



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

PROYEK AKHIR TERAPAN - RC096599

DESAIN STRUKTUR DAN METODE PELAKSANAAN *LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) JAKARTA DENGAN PRESTRESS U-SHAPE GIRDER*

HERWINDA JATU WIDYA HERAWATI
NRP: 3113 041 047

DOSEN PEMBIMBING :
Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, MS.

**PROGRAM DIPLOMA EMPAT TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



PROYEK AKHIR TERAPAN - RC096599

**DESAIN STRUKTUR DAN METODE PELAKSANAAN
*LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) JAKARTA DENGAN
PRESTRESS U-SHAPE GIRDER***

HERWINDA JATU WIDYA HERAWATI

NRP: 3113 041 047

DOSEN PEMBIMBING :

Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, MS.

NIP : 19600105 198603 1 003

**PROGRAM DIPLOMA EMPAT TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



APPLIED FINAL PROJECT- RC096599

**STRUCTURAL DESIGN AND CONSTRUCTION
METHOD OF LIGHT RAIL TRANSIT (LRT)
JAKARTA WITH PRESTRESS U-SHAPE GIRDER**

**HERWINDA JATU WIDYA HERAWATI
NRP: 3113 041 047**

**SUPERVISOR :
Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, MS.**


**DIPLOMA IV OF CIVIL ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING
FACULTY OF VOCATION
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**

HALAMAN PENGESAHAN

DESAIN STRUKTUR DAN METODE PELAKSANAAN *LIGHT RAIL TRANSIT* (LRT) JAKARTA DENGAN *PRESTRESS U-SHAPE GIRDER*

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Terapan
Pada
Program Diploma Empat Teknik Sipil
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya, 1 Agustus 2017

Disusun Oleh :
MAHASISWA



HERWINDA JATU WIDYA HERAWATI
NRP. 3113 041 047

Disetujui oleh :
DOSEN PEMBIMBING



02 AUG 2017



BERITA ACARA TUGAS AKHIR TERAPAN

PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI ITS

No. Agenda :
037713/IT2.VI.8.1/PP.06.00/2017

Tanggal : 7/27/2017

Judul Tugas Akhir Terapan	Desain Struktur dan Metode Pelaksanaan Light Rail Transit (LRT) Jakarta dengan U-Shape Prestress Girder		
Nama Mahasiswa	Herwinda Jatu WH.	NRP	3113041047
Dosen Pembimbing 1	Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, MS. NIP 19600105 198603 1 003	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	NIP -	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
<ul style="list-style-type: none"> - Judul gambar, no gbr, kode dll - Koreksi gambar: <i>ditambahkan & dirinci spt yg tertulis di gbr.</i> - Pembesaran, penyaluran tlg. hrs sesuai dgn standard drawing. 	 Ir. Chomaedhi, CES.Geo. NIP 19550319 198403 1 001
<ul style="list-style-type: none"> - Bahan acuan Referensi terkait beban angin, beban hidup dll. dicantumkan di daftar referensi. - Kontrol tsb jarak aman antar U-shape kiri dan kanan. 	 Ir. Agung Budipriyanto, M.Eng., Ph.D. NIP 19620328 198803 1 001
<ul style="list-style-type: none"> - Gbr detail pier head - Gbr detail anchor, LRB dll 	 Ir. Sungkono, CES. NIP 19591130 198601 1 001
	NIP -

PERSETUJUAN HASIL REVISI

Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
Ir. Chomaedhi, CES.Geo. NIP 19550319 198403 1 001	Ir. Agung Budipriyanto, M.Eng., Ph.D. NIP 19620328 198803 1 001	Ir. Sungkono, CES. NIP 19591130 198601 1 001	- NIP -

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan
Buku Laporan Tugas Akhir Terapan

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, MS.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan proyek akhir terapan dengan judul **“Desain Struktur Dan Metode Pelaksanaan *Light Rail Transit (LRT)* Jakarta Dengan *Prestress U-Shape Girder*”** sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Sains Terapan pada program Diploma IV Teknik Sipil, Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam penyusunan proyek akhir terapan ini, penulis mendapatkan banyak doa, bantuan, dan dukungan moral serta materiil. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua Orang Tua, tak henti-hentinya memberikan doa, semangat dan dukungan kepada penulis
2. Bapak Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, MS. selaku dosen pembimbing
3. Teman-teman yang telah membantu dan mendukung penyelesaian tugas akhir ini

Penulis menyadari dalam penyusunan dan penulisan tugas akhir ini tak lepas dari berbagai kesalahan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna untuk kesempurnaan penulisan selanjutnya.

Akhir kata, besar harapan penulis semoga laporan proyek akhir ini dapat memberikan faedah dan manfaat bagi pembaca.

Surabaya, Agustus 2017
Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DESAIN STRUKTUR DAN METODE PELAKSANAAN LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) JAKARTA DENGAN PRESTRESS U-SHAPE GIRDER

Nama Mahasiswa : Herwinda Jatu Widya Herawati
NRP : 3113 041 047
Jurusan : Diploma IV Teknik Sipil
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi – ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Ibnu Pudji Raharjo, MS.

ABSTRAK

Light Rail Transit atau LRT Jakarta adalah transportasi massal bermoda kereta yang dibangun di Jakarta, Indonesia. Struktur LRT direncanakan dengan struktur melayang pada ketinggian 9-12 meter diatas permukaan tanah menggunakan U-shape Girder. Perencanaan jembatan ini dimulai dengan pengumpulan data dan literatur yang diperlukan dalam perencanaan. Perencanaan akan mengacu pada SNI T-12-2004 dan Standar Teknis Kereta Api Indonesia. Pada tahap awal perencanaan dilakukan preliminary desain untuk menentukan dimensi struktur utama penampang u-shape girder berdasarkan bentang jembatan. Selanjutnya dilakukan perhitungan terhadap struktur sekunder jembatan. Analisa pembebanan yang terjadi diantaranya akibat: berat sendiri, beban mati tambahan, beban kereta, serta mempertimbangkan pengaruh terhadap waktu seperti kehilangan gaya prategang. Kemudian dari hasil analisa tersebut dilakukan kontrol tegangan akhir yang terjadi pada struktur u-shape girder, perhitungan penulangan, serta perhitungan kekuatan dan stabilitas. Hasil akhir dari tugas akhir ini adalah bentuk dan dimensi penampang u-shape girder, pier, dan pondasi yang sesuai beserta detail penulangannya. Serta menentukan letak tendon pada penampang yang dituangkan dalam bentuk tabel dan gambar.

Kata kunci: *Light Rail Transit, Prestress U-Shape Girder*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

STRUCTURAL DESIGN AND CONSTRUCTION METHOD OF LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) JAKARTA WITH PRESTRESS U-SHAPE GIRDER

Name of Student : Herwinda Jatu Widya Herawati
NRP : 3113 041 047
Department : Diploma IV of Civil Engineering
Department of Civil Infrastructure
Engineering
Faculty of Vocational – ITS
Supervisor : Ir. Ibnu Pudji Raharjo, MS.

ABSTRACT

Light Rail Transit or LRT Jakarta is a mass transportation by train built in Jakarta, Indonesia. LRT structure is planned with a floating structure elevated at 9-12 meters above ground using U-shape Girder. The planning of this bridge begins with the collecting of data and literature required in planning. Planning will refer to SNI T-12-2004 and Indonesian Railway Technical Standard. In the early stages of planning preliminary design is done to determine the main structure dimension of the u-shape girder cross section based on the span of the bridge. Next is calculated on the secondary structure of the bridge. The load analysis that occurs is due to: own weight, additional dead load, train load, and consider the effect on time such as loss of prestressing style. Then from the results of the analysis is done the final stress control that occurs in the structure of u-shape girder, calculation of reinforcement, as well as calculation of strength and stability. The result of this final project is the shape and dimension of the correct shape of the u-shape girder, pier, and foundation along with the detail of the reinforcement. Determine the location of the tendon on the cross section which is showed in the form of tables and pictures.

Keywords : *Light Rail Transit, prestress u-shape girder*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat	3
1.6 Peta Lokasi.....	4
1.7 Eksisting dan Rencana	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Light Rail Transit (LRT)	9
2.2 Elemen Struktur LRT.....	9
2.2.1 Bangunan Atas	9
2.2.2 Bangunan Bawah	10
2.3 Data Bahan.....	11
2.3.1 Beton.....	11
2.3.2 Baja.....	11
2.4 Pembebanan Pada LRT	12
2.4.1 Beban Mati.....	12
2.4.2 Beban Mati Tambahan	13
2.4.3 Beban Hidup Kendaraan	13
2.4.4 Beban Kejut	16
2.4.5 Beban angin pada struktur.....	17
2.4.6 Beban angin pada kendaraan.....	17
2.4.7 Beban gempa.....	17
2.5 Beton Prategang	22
2.6 Kehilangan Gaya Prategang	23
2.6.1 Perpendekan Elastis Beton (ES).....	24

2.6.2 Gesekan (FR)	24
2.6.3 Slip Angkur (ANC)	25
2.6.4 Rangkak beton (CR).....	26
2.6.5 Susut (SH).....	27
2.6.6 Relaksasi baja (RE)	28
2.7 Lead Rubber Bearing (LRB)	29
2.8 Pilar.....	30
2.9 Pondasi Borepile	30
2.10 Daya Dukung Tiang	32
2.11 Metode Pelaksanaan.....	35
BAB III METODOLOGI	39
3.1 Metode Desain	39
3.2 Uraian Metode.....	39
3.2.1 Pengumpulan Data	39
3.2.2 <i>Preliminary Design</i>	39
3.1.1 Permodelan struktur	40
3.1.2 Analisa Pembebanan	41
3.1.3 Analisa Gaya Dalam Dan Perhitungan Struktur	42
3.1.4 Cek Desain	45
3.1.5 Gambar Desain.....	45
3.3 Diagram Alir Desain	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN DESAIN.....	51
4.1 Data Perencanaan	51
4.2 Tegangan Ijin Bahan	51
4.2.1 Tegangan Ijin Beton Prategang pada saat Transfer	51
4.2.2 Tegangan Ijin Beton Prategang pada saat Layan	52
4.2.3 Modulus Elastisitas (Ec).....	52
4.3 <i>Preliminary Design</i>	53
4.3.1 Tinggi U-Girder	53
4.3.2 Tebal Slab	53
4.4 Analisa Pembebanan	54
4.4.1 Beban mati	54
4.4.2 Beban Mati Tambahan	54
4.4.3 Beban Hidup	56
4.4.4 Beban Angin pada Struktur	56

4.4.5	Beban Angin pada Kendaraan	58
4.4.6	Beban Gempa.....	59
4.5	Perencanaan Prategang U-girder	63
4.5.1	Permodelan Struktur U-girder pada SAP2000.....	65
4.5.2	Kontrol Tegangan	69
4.5.3	Kehilangan Prategang pada U-girder	76
4.5.4	Kontrol Momen Crack dan Momen Batas U-girder	82
4.6	Kontrol Lendutan	84
4.7	Kontrol jarak antar U-girder.....	85
4.8	Penulangan U-girder	86
4.9	Perencanaan Prategang Pierhead.....	121
4.9.1	Permodelan Struktur Pierhead pada SAP2000	122
4.9.2	Kontrol Tegangan Pierhead.....	126
4.9.3	Kehilangan Prategang pada pierhead	129
4.10	Penulangan pierhead	134
4.11	Analisa Pondasi.....	135
4.12	Analisa daya dukung pondasi.....	137
4.13	Penulangan Pilar	144
4.14	Penulangan Pilecap	146
4.15	Penulangan borepile	151
BAB V METODE PELAKSANAAN		155
5.1	Pekerjaan Persiapan	155
5.1.1	Pembuatan Jalan Kerja.....	155
5.1.2	Pembuatan Lokasi Gudang Material dan Peralatan	156
5.1.3	Los Kerja Besi dan Kayu	156
5.1.4	Pekerjaan Pembersihan Lahan.....	157
5.1.5	Pengukuran dengan Alat	157
5.1.6	Pembuatan Direksi Keet.....	158
5.2	Mobilisasi dan Demobilisasi	158
5.3	Pekerjaan Bangunan Pondasi	159
5.3.1	Pekerjaan Persiapan	159
5.3.2	Pekerjaan Pengeboran	159
5.3.3	Pekerjaan Pembesian.....	160
5.3.4	Pekerjaan Pengecoran	161
5.4	Pekerjaan Pile Cap	162

5.4.1 Pekerjaan Penggalan dan Pembersihan	162
5.4.2 Pekerjaan Bekisting.....	164
5.4.3 Pemasangan Pembesian.....	164
5.4.4 Pekerjaan Pengecoran	164
5.5 Pekerjaan Pilar	164
5.5.1 Pekerjaan Pembesian.....	164
5.5.2 Pemasangan Bekisting	165
5.5.3 Pekerjaan Pengecoran	165
5.5.4 Pelepasan Bekisting	166
5.6 Pekerjaan Kepala Pilar	166
5.7 Pekerjaan Pemasangan U-Girder.....	167
BAB VI KESIMPULAN.....	169
DAFTAR PUSTAKA.....	171
LAMPIRAN.....	173

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peta Lintas Pelayanan Light Rail Transit (LRT)	4
Gambar 1. 2 Denah Eksisting	5
Gambar 1. 3 gambar detail STA C1TM002-C1TM027	5
Gambar 1. 4 potongan melintang eksisting LRT	6
Gambar 1. 5 potongan melintang rencana LRT	6
Gambar 1. 6 denah pondasi eksisting LRT	7
Gambar 1. 7 denah pondasi rencana LRT	7
gambar 2. 1 spesifikasi kereta 13	
gambar 2. 2 skema pembebanan kereta	15
gambar 2. 3 ilustrasi realisasi LRT 6 kereta (1 trainset)	16
gambar 2. 4 Spektrum rencana gempa (2013)	21
gambar 2. 5 komponen LRB	30
gambar 2. 6 Diagram perhitungan intensitas daya dukung ultimate tanah pondasi pada ujung tiang	33
Gambar 3. 1 bottom slab configuration	40
Gambar 3. 2 permodelan 3D Struktur LRT	40
Gambar 3. 3 diagram alir perencanaan LRT	47
Gambar 3. 4 diagram alir perencanaan LRT (lanjutan)	48
Gambar 3. 5 diagram alir perencanaan LRT (lanjutan)	49
Gambar 4. 1 penampang U-girder	53
Gambar 4. 2 permodelan beban mati tambahan pada SAP2000	55
Gambar 4. 3 permodelan beban hidup kereta pada SAP2000	56
Gambar 4. 4 skema beban angin pada struktur	56
Gambar 4. 5 permodelan beban angin struktur pada SAP2000 (satuan kN,m,C)	57
Gambar 4. 6 skema beban angin pada kendaraan	58
Gambar 4. 7 permodelan beban angin kendaraan pada SAP2000 (satuan kN,m,C)	58
Gambar 4. 8 peta percepatan puncak di batuan dasar (PGA) untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun	60
Gambar 4. 9 peta respon spektra percepatan 0,2 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun	61

Gambar 4. 10 peta respon spektra percepatan 1 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75tahun	61
Gambar 4. 11 grafik respon spektrum	63
Gambar 4. 12 permodelan respon spektrum pada SAP2000.....	63
Gambar 4. 13 data postension u-girder pada SAP2000	65
Gambar 4. 14 layout pemasangan tendon dan jumlah strand pada u-girder	66
Gambar 4. 15 permodelan tendon u-girder pada SAP2000.....	66
Gambar 4. 16 permodelan data tendon u-girder pada SAP2000.	67
Gambar 4. 17 tendon load assignment u-girder	68
Gambar 4. 18 gaya pratekan u-girder yang terpasang.....	68
Gambar 4. 19 diagram tegangan top face pada slab atas kondisi transfer (satuan N,mm,C).....	70
Gambar 4. 20 diagram tegangan bottom face pada slab atas kondisi transfer (satuan N,mm,C)	70
Gambar 4. 21 diagram tegangan top face pada web slab kondisi transfer (satuan N,mm,C).....	71
Gambar 4. 22 diagram tegangan bottom face pada web slab kondisi transfer (satuan N,mm,C)	71
Gambar 4. 23 diagram tegangan top face pada slab bawah kondisi transfer (satuan N,mm,C).....	72
Gambar 4. 24 diagram tegangan bottom face pada slab bawah kondisi transfer (satuan N,mm,C)	72
Gambar 4. 25 diagram tegangan top face pada slab atas saat kondisi layan (satuan N,mm,C)	73
Gambar 4. 26 diagram tegangan bottom face pada slab atas saat kondisi layan (satuan N,mm,C)	73
Gambar 4. 27 diagram tegangan bottom face pada web atas kondisi layan (satuan N,mm,C)	74
Gambar 4. 28 diagram tegangan bottom face pada web atas kondisi layan (satuan N,mm,C)	74
Gambar 4. 29 diagram tegangan top face pada slab bawah kondisi layan (satuan N,mm,C)	75

Gambar 4. 30 diagram tegangan bottom face pada slab bawah kondisi layan (satuan N,mm,C)	75
Gambar 4. 31 output SAP2000 nilai fcir pada u-girder	77
Gambar 4. 32 output SAP2000 nilai fcds pada u-girder	80
Gambar 4. 33 lendutan output SAP2000 (satuan N,mm,C).....	85
Gambar 4. 34 kondisi awal u-girder dengan jarak 50mm	85
Gambar 4. 35 displacement yang terjadi pada u-girder	86
Gambar 4. 36 displacement yang terjadi sebesar 36mm.....	86
Gambar 4. 37 ASt1 topface pada u-girder top left output SAP2000.....	88
Gambar 4. 38 ASt1 bottomface pada u-girder top left output SAP2000.....	89
Gambar 4. 39 Ast2 topface pada u-girder top left output SAP2000	90
Gambar 4. 40 ASt2 bottomface pada plat girder top output SAP2000.....	91
Gambar 4. 41 Ast1 topface pada u-girder top right output SAP2000.....	92
Gambar 4. 42 Ast1 bottomface pada u-girder top right output SAP2000.....	93
Gambar 4. 43 Ast2 topface pada u-girder top right output SAP2000.....	94
Gambar 4. 44 Ast2 bottomface pada u-girder top right output SAP2000.....	95
Gambar 4. 45 ASt1 topface pada tumpuan web kiri u-girder tumpuan output SAP2000.....	96
Gambar 4. 46 Ast1 bottomface pada tumpuan web kiri u-girder tumpuan output SAP2000.....	97
Gambar 4. 47 ASt2 topface pada tumpuan web kiri u-girder output SAP2000.....	98
Gambar 4. 48 ASt2 bottomface pada tumpuan web kiri u-girder output SAP2000.....	99
Gambar 4. 49 ASt1 topface pada lapangan web kiri u-girder output SAP2000.....	100

Gambar 4. 50 ASt1 bottomface pada lapangan web kiri u-girder output SAP2000.....	101
Gambar 4. 51 Ast2 bottomface pada lapangan web kiri u-girder output SAP2000.....	102
Gambar 4. 52 Ast2 topface pada lapangan web kiri u-girder output SAP2000.....	103
Gambar 4. 53 ASt1 topface pada tumpuan web kanan u-girder output SAP2000.....	104
Gambar 4. 54 ASt1 bottomface pada tumpuan web kanan u-girder output SAP2000.....	105
Gambar 4. 55 Ast2 topface pada tumpuan web kanan u-girder output SAP2000.....	106
Gambar 4. 56 Ast2 bottomface pada tumpuan web kanan u-girder output SAP2000.....	107
Gambar 4. 57 ASt1 topface pada lapangan web kanan u-girder output SAP2000.....	108
Gambar 4. 58 Ast1 bottomface pada lapangan web kanan u-girder output SAP2000.....	109
Gambar 4. 59 Ast2 topface pada lapangan web kanan u-girder output SAP2000.....	110
Gambar 4. 60 ASt1 bottomface pada lapangan web kanan u- girder output SAP2000	111
Gambar 4. 61 ASt1 topface pada tumpuan plat bawah u-girder output SAP2000.....	112
Gambar 4. 62 ASt1 topface pada lapangan plat bawah u-girder output SAP2000.....	113
Gambar 4. 63 ASt1 bottomface pada tumpuan plat bawah u-girder output SAP2000.....	114
Gambar 4. 64 ASt1 bottomface pada lapangan plat bawah u- girder output SAP2000	115
Gambar 4. 65 Ast2 topface pada tumpuan plat bawah u-girder output SAP2000.....	116
Gambar 4. 66 Ast2 topface pada lapangan plat bawah u-girder output SAP2000.....	117

Gambar 4. 67 Ast2 bottomface pada tumpuan plat bawah u-girder output SAP2000.....	118
Gambar 4. 68 Ast2 topface pada lapangan plat bawah u-girder output SAP2000.....	119
Gambar 4. 69 permodelan tendon pada SAP2000	123
Gambar 4. 70 permodelan data tendon pada SAP2000.....	124
Gambar 4. 71 tendon load assignment.....	125
Gambar 4. 72 gaya pratekan yang terpasang	125
Gambar 4. 73 diagram tegangan top face pada slab atas kondisi transfer (satuan N,mm,C)	127
Gambar 4. 74 diagram tegangan bottom face pada slab atas kondisi transfer (satuan N,mm,C)	127
Gambar 4. 75 diagram tegangan top face pada web atas kondisi layan (satuan N,mm,C)	128
Gambar 4. 76 diagram tegangan bottom face pada web atas kondisi layan (satuan N,mm,C)	128
Gambar 4. 77 output SAP2000 nilai fcir pierhead	130
Gambar 4. 78 output SAP2000 nilai fcfs	132
Gambar 4. 79 rencana pilar	136
Gambar 4. 80 kebutuhan rebbar pada pilar (output SAP2000) .	145
Gambar 4. 81 kontrol pilar menggunakan program spcol.....	145
Gambar 4. 82 diagram kebutuhan tulangan pilecap Ast1 topface	147
Gambar 4. 83 perhitungan tulangan pilecap Ast1 topface	147
Gambar 4. 84 diagram kebutuhan tulangan pilecap Ast2 topface	148
Gambar 4. 85 perhitungan tulangan pilecap ast2 topface	149
Gambar 4. 86 diagram kebutuhan tulangan pilecap ast1 bottomface	149
Gambar 4. 87 perhitungan tulangan pilecap Ast1 bottom face .	149
Gambar 4. 88 diagram kebutuhan tulangan pilecap	150
Gambar 4. 89 perhitungan tulangan pilecap Ast2 botface	150
Gambar 4. 90 Kebutuhan tulangan borepile output SAP2000 ..	152
Gambar 5. 1 Contoh jalan kerja untuk Mobile Crane	156
Gambar 5. 2 Pengukuran dengan Waterpass	157

Gambar 5. 3 Pengeboran Bore Pile..... 160

Gambar 5. 4 Pembesian dan Penahan Tulangan Melintang 161

Gambar 5. 5 Pengecoran dengan Ready Mix..... 162

Gambar 5. 6 Penggalian 163

Gambar 5. 7 Pemotongan Kepala Bor Pile 163

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 tebal selimut nominal beton.....	11
Tabel 2. 2 sifat mekanis baja	12
Tabel 2. 3 komposisi pembebanan	14
Tabel 2. 4 beban penumpang.....	14
Tabel 2. 5 beban kereta dan penumpang.....	14
Tabel 2. 6 spesifikasi kelas situs tanah	18
Tabel 2. 7 spesifikasi kelas situs (lanjutan)	19
Tabel 2. 8 faktor amplifikasi periode 0 detik dan 0,2 detik (F_{PGA}/F_A).....	19
Tabel 2. 9 nilai faktor amplifikasi untuk periode 1 detik (F_v)	20
Tabel 2. 10 faktor modifikasi respon (R).....	22
Tabel 2. 11 koefisien gesekan untuk tendon pasca-tarik.....	25
Tabel 2. 12 nilai Ksh untuk komponen struktur pasca-tarik	28
Tabel 2. 13 nilai C.....	28
Tabel 2. 14 nilai Kre dan J	29
Tabel 2. 15 intensitas gaya geser dinding tiang	32
Tabel 2. 16 perkiraan qd untuk tiang yang di cor ditempat.....	34
Tabel 2. 17 faktor keamanan	35
 Tabel 3. 1 kombinasi pembebanan kondisi ultimate	 42
 Tabel 4. 1 penentuan kelas situs tanah.....	 59
Tabel 4. 2 jenis dan karakteristik tendon OVM u-girder	64
Tabel 4. 3 input gaya prategang pada U-girder pada SAP2000 ..	65
Tabel 4. 4 penulangan u-girder tumpuan	86
Tabel 4. 5 penulangan u-girder lapangan.....	87
Tabel 4. 6 jenis dan karakteristik tendon OVM pierhead	121
Tabel 4. 7 input gaya prategang pierhead pada SAP2000.....	122
Tabel 4. 8 input spring pada SAP2000	137
Tabel 4. 9 intensitas gaya geser dinding tiang	139
Tabel 4. 10 tabel perkiraan qd untuk tiang di cor ditempat.....	139
Tabel 4. 11 menghitung gaya geser dinding tiang	140
Tabel 4. 12 perhitungan daya dukung ultimit	141
Tabel 4. 13 perhitungan daya dukung ijin tiang	142

Tabel 4. 14 reaksi yang terjadi pada borepile	144
Tabel 4. 15 perhitungan tulangan pilar	146
Tabel 4. 16 perhtungan tulangan borepile.....	153

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Light Rail Transit atau lebih dikenal dengan sebutan LRT adalah sebuah sistem transportasi masa depan dengan menggunakan kereta api ringan. LRT yang dibangun di Jakarta, Indonesia ini direncanakan untuk mengurangi kemacetan yang ada di Ibukota. LRT Jakarta akan melayani enam rute yang menghubungkan Jakarta dengan kota-kota di sekitarnya seperti Bekasi dan Bogor.

Untuk mendesain struktur LRT Jakarta akan digunakan beberapa peraturan, diantaranya Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 tahun 2012 tentang persyaratan teknis jalur kereta api, AREMA (*American railway engineering and maintenance-of-way association*,) peraturan tentang jalan dan transportasi yang berlaku di Indonesia seperti peraturan tentang beton (SNI 2847 – 2013), peraturan tentang gempa pada struktur jembatan (RSNI 03 – 2833 – 201X) dan peraturan tentang baja (SNI 1729 – 2014).

Struktur LRT Jakarta direncanakan dengan struktur melayang pada ketinggian 9-12 meter diatas permukaan tanah meggunakan *U-shape Girder*. Ada beberapa bagian dari struktur LRT yang dibangun *at grade* atau tepat berada diatas tanah. Struktur bangunan LRT direncanakan mampu menopang beban kereta mulai dari bangunan atas, pilar hingga pondasi. Struktur bangunan atas ini didesain sebagai jembatan dengan menggunakan *U-shape Girder* segmental sepanjang 30 meter sebagai struktur utama landasan kereta. Jenis *track* LRT yang akan digunakan adalah jenis *narrow gauge* dengan lebar 1067 mm seperti *track* yang umum digunakan kereta api di Indonesia.

Dalam tugas akhir ini akan dibuat rencana desain struktur jalan layang LRT Jakarta. Kriteria desain harus memperhatikan kondisi lapangan dimana *trace* LRT berada

di sisi jalan raya eksisting. Metode pelaksanaan yang akan digunakan adalah *precast segmental construction* sehingga tidak mengganggu lalu lintas kendaraan yang ada.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang ditinjau dalam desain *Light Rail Transit* (LRT) Jakarta adalah :

1. Merencanakan *preliminary design* struktur LRT.
2. Menganalisis beban yang diterima struktur LRT.
3. Merencanakan dimensi struktur bangunan atas, perletakan dan struktur bangunan bawah yang sesuai dengan persyaratan dalam peraturan yang berlaku.
4. Menggambarkan hasil dari desain struktur LRT baik struktur atas maupun struktur bawah.

1.3 Tujuan

Tujuan penyusunan Tugas Akhir ini adalah :

1. Untuk mendapatkan *preliminary design* struktur LRT Jakarta.
2. Untuk mendapatkan perhitungan perencanaan struktur LRT dengan menggunakan U-shape girder.
3. Untuk mendapatkan desain dan penulangan struktur bangunan atas
4. Untuk mendapatkan desain dan penulangan struktur bangunan bawah dan pondasi.
5. Untuk mendapatkan hasil gambar dari struktur yang direncanakan.

1.4 Batasan Masalah

Didalam penyusunan Tugas Akhir ini yang menjadi batasan masalah dalam desain Struktur LRT Jakarta ini adalah :

1. Desain ini tidak meninjau analisa biaya dan sisi arsitektural.
2. Perencanaan menggunakan data sekunder

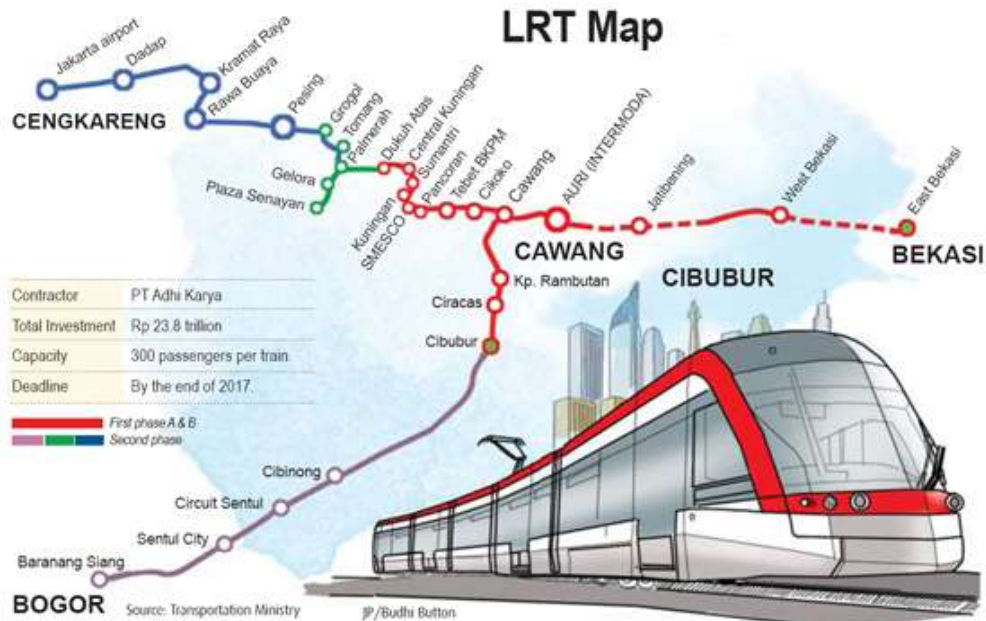
3. Perencanaan struktur bangunan atas LRT.
4. Perencanaan struktur bangunan bawah dan pondasi LRT.
5. Perencanaan sistem perletakan.
6. Perhitungan desain *U-shape girder* menggunakan beton prategang.
7. Perhitungan struktur LRT ini tidak mencakup bangunan pelengkap.
8. Metode pelaksanaan hanya dibahas secara umum.

1.5 Manfaat

Manfaat penyusunan Tugas Akhir ini adalah :

1. Mahasiswa mampu mengaplikasikan keseluruhan ilmu yang telah dipelajari selama proses kuliah
2. Mahasiswa mendapat ilmu tambahan, khususnya di bidang teknik sipil
3. Mahasiswa dapat mengetahui proses perencanaan yang terjadi dalam suatu proyek LRT
4. Dapat memberikan gambaran bagi pembaca tentang perencanaan struktur LRT.

1.6 Peta Lokasi



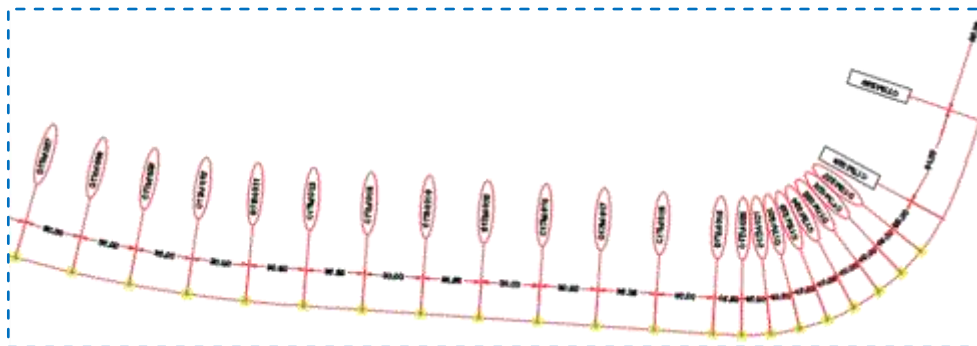
Gambar 1. 1 Peta Lintas Pelayanan Light Rail Transit (LRT)

1.7 Eksisting dan Rencana

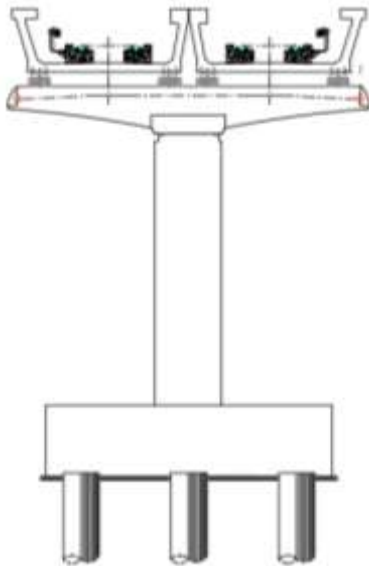
Dalam tugas akhir ini akan diambil kasus pada 7 bentang lurus, yaitu titik C1TM 011 sampai C1TM 018. Mengurangi jumlah tiang pondasi dan mengubah bentuk pilar dari penampang persegi menjadi penampang bulat.



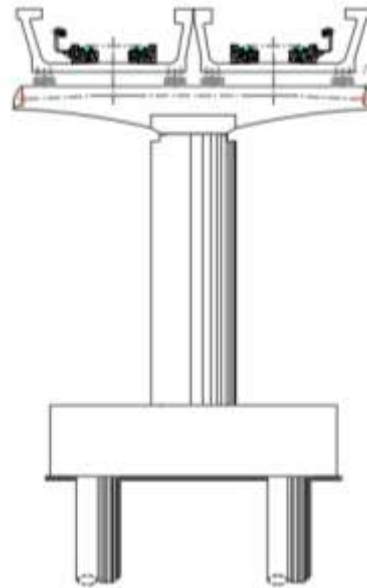
Gambar 1. 2 Denah Eksisting



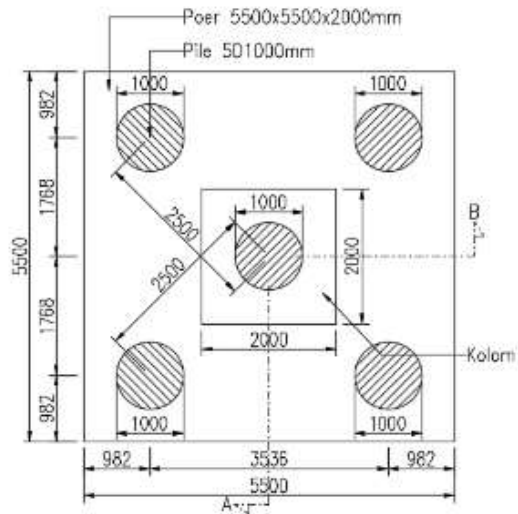
Gambar 1. 3 gambar detail STA C1TM002-C1TM027



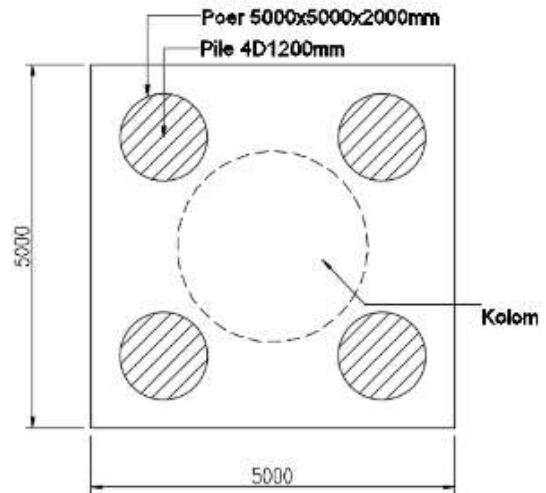
Gambar 1. 4 potongan melintang eksisting LRT



Gambar 1. 5 potongan melintang rencana LRT



Gambar 1. 6 denah pondasi eksisting LRT



Gambar 1. 7 denah pondasi rencana LRT

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Light Rail Transit (LRT)

LRT (*Light Rail Transit*) merupakan salah satu sistem Kereta Api Penumpang (tipe Kereta Api ringan) yang biasanya beroperasi dikawasan perkotaan yang memiliki konstruksi ringan dan dapat berjalan bersama lalu lintas lain atau dalam lintasan khusus, LRT sering juga disebut dengan tram. LRT (*Light Rail Transit*) sendiri merupakan moda transportasi masal dengan cakupan wilayah yang kecil.

2.2 Elemen Struktur LRT

2.2.1 Bangunan Atas

Bangunan atas struktur LRT berupa *U-shape Girder* dan pilar dengan penampang lingkaran. Gelagar atau girder merupakan balok yang membentang secara memanjang maupun berfungsi untuk menerima dan menyebarkan beban yang bekerja dari atas struktur dan meneruskannya ke bagian struktur bawah. Girder segmental dibangun seperti struktur bentang tunggal untuk menghindari adanya sambungan kabel *post-tension*.

Gelagar berbentuk U adalah sebuah konsep yang relatif baru dan inovatif dalam desain struktur jembatan. *U-Shape Girder* terbuat dari beton pratekan memiliki bentuk yang langsing dan tipis akan menambah nilai estetika bangunan. Selain itu penggunaan *U-Shape Girder full span* antar bentang akan mempercepat pelaksanaan pekerjaan pembangunan. *U-Shape Girder* juga mampu mengurangi polusi suara yang timbul saat LRT dioperasikan. Secara struktural *U-Shape Girder* hampir sama dengan *single-cell box girder* dengan menghapus flens atasnya.

Pilar atau kolom berfungsi untuk meneruskan beban-beban dari struktur atas ke struktur bawah hingga akhirnya

sampai ke tanah melalui pondasi. Karena kolom merupakan komponen tekan, maka keruntuhan pada kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan keruntuhan pada struktur. Apabila kolom runtuh karena kegagalan materialnya (yaitu lelehnya baja, atau hancurnya beton) kolom diklasifikasikan sebagai kolom pendek (*short column*). Apabila panjang kolom bertambah, kemungkinan kolom runtuh karena tekuk semakin besar. Kolom dapat digolongkan berdasarkan bentuk dan susunan tulangannya, yaitu :

- a. Kolom Persegi (*rectangular*) dengan tulangan memanjang dan sengkang.
- b. Kolom Bulat (*circular*) dengan tulangan memanjang dan tulangan lateral berupa sengkang dan spiral.
- c. Kolom komposit yang terdiri dari beton dan profil baja struktural didalamnya. Profil baja biasanya dilapisi secara utuh oleh baja tulangan.

Pilar terdiri dari bagian - bagian antara lain :

- a. Kepala pilar (*pierhead*)
- b. Kolom pilar
- c. *Pilecap*

2.2.2 Bangunan Bawah

Bangunan bawah struktur LRT berupa pondasi. Pondasi adalah struktur bangunan bawah pada yang berhubungan langsung dengan tanah. Pondasi berfungsi meneruskan seluruh beban ke tanah dasar. Pondasi dapat didefinisikan sebagai bagian paling bawah dari suatu konstruksi yang kuat dan stabil.

Dalam perencanaan pondasi suatu struktur dapat digunakan beberapa macam tipe pondasi. Pemilihan pondasi berdasarkan fungsi bangunan atas (*upper structure*), besarnya beban dan beratnya bangunan atas yang akan dipikul oleh pondasi tersebut, keadaan tanah dimana

bangunan tersebut didirikan serta berdasarkan tinjauan dari segi ekonomi.

2.3 Data Bahan

2.3.1 Beton

Berdasarkan RSNI T-12-2004 beton dengan kuat tekan (benda uji silinder) yang kurang dari 20 MPa tidak dibenarkan untuk digunakan dalam pekerjaan struktur beton untuk jembatan, kecuali untuk pembetonan yang tidak dituntut persyaratan kekuatan.

a. *Elasticity of concrete* (E_c)

Adalah modulus elastisitas beton (E_c) berdasarkan SNI 2847 – 2013 untuk beton normal dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$E_c = 4700\sqrt{f_c'} \quad \dots(2.1)$$

F_c' = kuat tekan silinder beton 28 hari

b. Tebal selimut beton

Tebal selimut beton beton direncanakan menurut keadaan lingkungan jembatan dan mutu beton yang digunakan, berdasarkan RSNI T-12-2004.

Tabel 2. 1 tebal selimut nominal beton

Klasifikasi lingkungan	Tebal selimut beton nominal (mm) untuk beton dengan kuat tekan f_c' yang tidak kurang dari				
	20 MPa	25 MPa	30 MPa	35 MPa	40 MPa
A	35	30	25	25	25
B1	65	45	40	35	25
B2	75	55	45	35	B2
C			90	70	60

2.3.2 Baja

a. Tegangan Leleh

Menurut SNI T-12-2004 kuat tarik leleh (F_y) ditentukan dari pengujian, tetapi perencanaan tulangan tidak boleh

didasarkan pada kuat leleh f_y yang melebihi 550 MPa. Sedangkan sifat mekanis baja struktural menurut SNI T-03-2005 adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 2 sifat mekanis baja

Jenis baja	Tegangan putus min, F_u (MPa)	Tegangan leleh min, F_y (MPa)	Regangan min (%)
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
Bj 50	500	290	16
Bj 55	550	410	13

Sifat-sifat mekanis baja structural lainnya yang dimaksud perencanaan ditetapkan sebagai berikut :

Modulus elastisitas (E) = 200.000 MPa

Modulus geser (G) = 80.000 MPa

Angka poisson (μ) = 0,3

Koefisien pemuaian (α) = 12×10^{-6} per $^{\circ}\text{C}$

b. Tegangan Ijin

Tegangan ijin pada pembeban non-prategang boleh diambil dari ketentuan di bawah ini :

Tulangan dengan $f_y = 300$ MPa, tidak boleh diambil melebihi 140 MPa

Tulangan dengan $f_y = 400$ MPa, atau lebih, dan anyaman kawat las (polos atau ulir) tidak boleh diambil melebihi 170 MPa

2.4 Pembebanan Pada LRT

2.4.1 Beban Mati

Beban mati adalah beban yang dihasilkan oleh komponen struktur. Beban ini sifatnya tetap dan tidak berpindah. Contoh beban mati adalah beban berat sendiri balok.

2.4.2 Beban Mati Tambahan

Beban mati tambahan adalah beban yang sifatnya menetap namun berada diluar komponen struktur seperti utilitas kereta api.

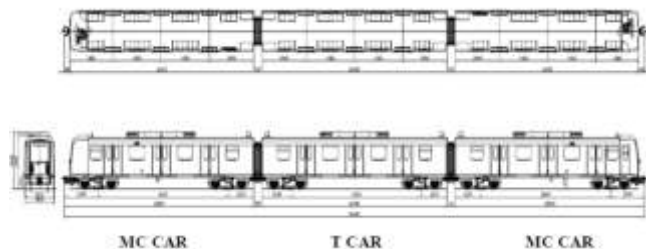
2.4.3 Beban Hidup Kendaraan

Struktur akan direncanakan agar dapat menahan beban hidup yang diperoleh dari standar spesifikasi *light rail* (kereta ringan).

a. Standart Beban LRT

LRT didesain dengan beban maksimum bekerja pada as kendaraan (*axle load*). Beban pada as kendaraan diatur seperti gambar 1 dimana di setiap as kendaraan mendistribusikan beban sebesar 12 ton dengan jarak antar rel adalah 1067 mm. *Axle load* untuk kereta LRT Jakarta dihitung berdasarkan beban maksimum yang terjadi. Beban maksimum yang terjadi adalah beban kereta ditambah dengan beban penumpang yang berada didalamnya.

Kereta LRT yang dirujuk dalam proyek LRT Jakarta ini adalah kereta yang terdiri dari 3 gerbong dimana tiap gerbong memiliki 4 *axle*.



gambar 2. 1 spesifikasi kereta

Gerbong tengah disebut T car, sedangkan gerbong lainnya disebut MC car. Karakteristik dan dimensi kereta dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. 3 komposisi pembebanan

Kondisi	Definisi
AW0	Maksimum beban operasi untuk kereta tanpa penumpang
AW1	Beban ketika semua kursi penumpang terpenuhi + AW0
AW2 (normal)	Beban ketika 4 orang penumpang berdiri/m ² + AW1
AW3	Beban ketika 6 orang penumpang berdiri/m ² + AW1
AW4 (crush load)	Beban ketika 8 orang penumpang berdiri/m ² + AW1

Beban penumpang, unit -org

Tabel 2. 4 beban penumpang

Beban	Kapasitas penumpang		
	MC	T	Total
AW1	32	32	96
AW2 (normal)	131	138	400
AW3	181	191	553
AW4 (crush load)	231	244	706

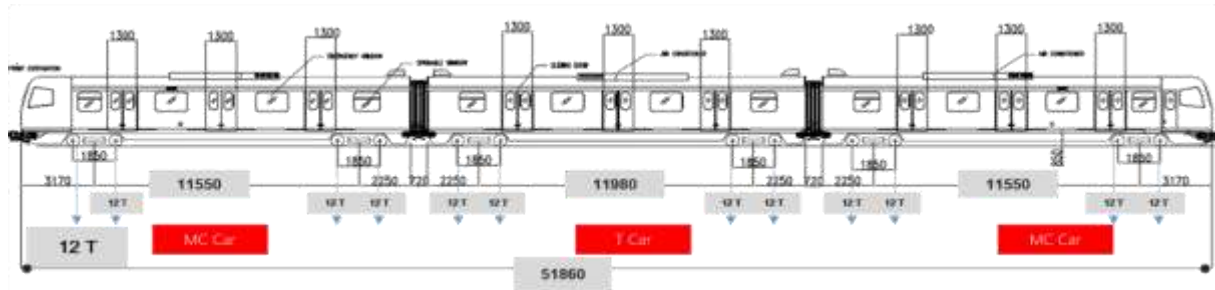
Berat penumpang/orang diasumsikan 75 kg.

Beban kereta + penumpang (sesuai dengan kondisi pembebanan sebelumnya), unit = kg.

Tabel 2. 5 beban kereta dan penumpang

Beban	Kapasitas penumpang		
	MC	T	Total
AW1	2900	2800	86000
AW2 (normal)	31400	30400	116000
AW3	42575	42325	127475
AW4 (crush load)	46325	46300	138950

Skema Pembebanan Kereta LRT



gambar 2. 2 skema pembebanan kereta

Beban maksimum yang terjadi adalah berdasarkan kondisi beban AW4 (*crush load*). Pada tabel beban kereta dan penumpang dapat dilihat bahwa beban maksimum untuk tipe kereta MC adalah 46325 kg (46 ton). Beban maksimum yang terjadi pada 1 *axle* untuk kereta tipe MC adalah $46325/4=11581$ kg (11,5 ton). Pembulatan keatas digunakan untuk beban maksimum *axle load* adalah 12 ton.

Struktur direncanakan untuk memikul enam buah kereta.



gambar 2. 3 ilustrasi realisasi LRT 6 kereta (1 trainset)

b. Kecepatan Rencana LRT

Berdasarkan Peraturan Menteri No.60 tahun 2012, kecepatan rencana kereta api adalah sebagai berikut :

$$V_{\text{rencana}} = 1,25V_{\text{maks}} \quad \dots(2.2)$$

V_{max} = kecepatan maksimum (km/jam)

V_{rencana} = Kecepatan rencana (km/jam)

Untuk LRT memiliki kecepatan maksimum 80 km/jam, jadi kecepatan rencana LRT adalah 100 km/jam.

2.4.4 Beban Kejut

Beban kejut (*impact*) akan ditambahkan pada *axle load* yang bekerja di atas rel dimana distribusi beban kejut ini adalah sama dengan *axle load*. Persamaan yang digunakan untuk menentukan beban kejut ini adalah sebagai berikut :

$$I = \frac{100L}{L + D} \quad \dots(2.3)$$

I = persentase beban kejut yang bekerja pada beban hidup

D = beban mati pada elemen yang menerima beban kejut
 L = total beban hidup pada elemen yang menerima beban kejut

2.4.5 Beban angin pada struktur

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan 60 tahun 2012, beban angin yang bekerja tegak lurus rel, secara horizontal dengan nilai sebagai berikut :

- 3,0 kN/m² pada area proyeksi vertikal jembatan tanpa kereta diatasnya,
- 2,0 kN/m² pada area proyeksi rangka batang pada arah datangnya angin, tidak termasuk area sistem lantai.

2.4.6 Beban angin pada kendaraan

Berdasarkan peraturan menteri perhubungan 60 tahun 2012, beban angin yang bekerja tegak lurus rel, secara horizontal dengan nilai sebagai berikut :

- 1,5 kN/m² pada areal kereta dan jembatan dengan kereta diatasnya,
- 1,2 kN/m² untuk jembatan selain gelagar, dek, rusuk atau jembatan komposit,
- 0,8 kN/m² untuk areal proyeksi rangka batang pada arah datangnya angin.

2.4.7 Beban gempa

Berdasarkan peraturan SNI-2833-2013 Perancangan Gempa Terhadap Beban Jembatan, perencanaan beban rencana akibat gempa minimum diperoleh dari serangkaian rumus berikut:

- Penentuan kelas situs tanah :

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{\sum_{i=1}^m \left(\frac{t_i}{N} \right)} \quad \dots(2.4)$$

\bar{V}_s = nilai rata-rata cepat rambat gelombang geser

$$\bar{V}_s = \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{\sum_{i=1}^m \left(\frac{t_i}{v_{si}} \right)} \quad \dots(2.5)$$

$$\bar{S}_u = \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{\sum_{i=1}^m \left(\frac{t_i}{s_{ui}} \right)} \quad \dots(2.6)$$

\bar{N} = hasil uji penetrasi standar

\bar{S}_u = kuat geser tak terdrainase dengan tebal lapisan tanah sebagai besaran pembobotnya

t_i = tebal lapisan tanah ke-i

V_{si} = kecepatan rambat gelombang geser melalui lapisan tanah ke-i

N_i = nilai hasil uji penetrasi standar lapis tanah ke-i

S_{ui} = kuat geser tak terdrainase lapis tanah ke-i

m = jumlah lapis tanah yang ada di atas batuan dasar.

Dari hasil yang didapat pada perhitungan diatas dapat ditentukan kelas situs menggunakan **tabel 2.6**

Tabel 2. 6 spesifikasi kelas situs tanah

Kelas Situs	\tilde{v} (m/s)	\dot{N}	S_u (kPa)
A. Batuan Keras	$\tilde{v} \geq 1500$	\dot{N} / A	N/A
B. Batuan	$\tilde{v} \leq 1500$	\dot{N} / A	N/A
C. Tanah Sangat Padat dan Batuan Lunak	$350 < \tilde{v} \leq 750$	$\dot{N} > 50$	$S_u \geq 100$
D. Tanah sedang	$175 < \tilde{v} \leq 350$	$15 \leq \dot{N} \leq 50$	$50 \leq S_u \leq 100$
E. Tanah Lunak	$\tilde{v} < 175$	$\dot{N} \leq 15$	$S_u \leq 50$
	Atau setiap profil lapisan tanah dengan ketebalan lebih dari 3 m dengan karakteristik sebagai berikut: a. Indeks plastisitas $PI > 2$ b. Kadar air $(w) \geq 40\%$ c. Kuat geser tak terdrainase $S_u < 25$ kPa		

Tabel 2. 7 spesifikasi kelas situs (lanjutan)

F. Lokasi yang membutuhkan penyelidikan geoteknik dan analisis respons dinamik spesifik	<p>Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik seperti :</p> <p>a. Rentan dan berpotensi gagal terhadap beban gempa seperti likuifaksi, tanah lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah</p> <p>b. Lempung organik tinggi dan/atau gambut (dengan ketebalan > 3m)</p> <p>c. Plastisitas tinggi (ketebalan $H > 7.5m$ dengan $PI > 75$)</p> <p>d. Lapisan lempung lunak/medium kaku dengan ketebalan $H > 35m$</p>
---	--

b. Penentuan faktor situs

Untuk penentuan respon spektrum di permukaan tanah diperlukan suatu faktor amplifikasi pada period nol detik (F_{PGA}) periode pendek $T=0,2$ detik (F_A) dan periode 1 detik (F_V)

Tabel 2. 8 faktor amplifikasi periode 0 detik dan 0,2 detik (F_{PGA}/F_A)

Kelas situs	$PGA \leq 0,1$ $S_s \leq 0,25$	$PGA = 0,2$ $S_s = 0,5$	$PGA = 0,3$ $S_s = 0,75$	$PGA = 0,4$ $S_s = 1$	$PGA > 0,5$ $S_s \geq 1,25$
Batuan Keras (SA)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Batuan (SB)	1	1	1	1	1
Tanah Keras (SC)	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
Tanah Sedang (SD)	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
Tanah Lunak (SE)	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
Tanah Khusus (SF)	SS	SS	SS	SS	SS

Tabel 2. 9 nilai faktor amplifikasi untuk periode 1 detik (F_v)

Kelas situs	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 \leq 0,2$	$S_1 \leq 0,3$	$S_1 \leq 0,4$	$S_1 \leq 0,5$
Batuan Keras (SA)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Batuan (SB)	1	1	1	1	1
Tanah Keras (SC)	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
Tanah Sedang (SD)	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5
Tanah Lunak (SE)	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
Tanah Khusus (SF)	SS	SS	SS	SS	SS

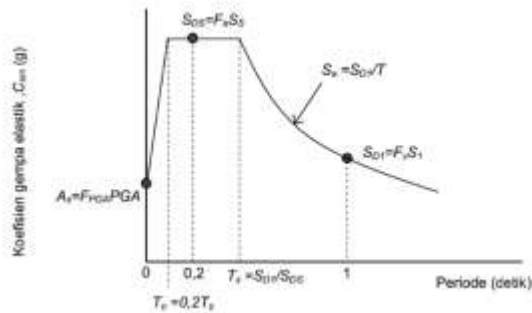
PGA = percepatan puncak batuan dasar mengacu pada Peta Gempa Indonesia 2010

Ss = parameter respons spektral percepatan gempa untuk periode pendek ($T=0.2$ detik) mengacu pada Peta Gempa Indonesia 2010

SS = lokasi yang memerlukan investigasi geoteknik dan analisis respons dinamik spesifik

S1 = parameter respons spektral percepatan gempa untuk periode 1 detik mengacu pada Peta Gempa Indonesia 2010

c. Respon Spektrum Rencana



gambar 2. 4 Spektrum rencana gempa (2013)

Perumusan desain respon spektrum adalah sebagai berikut :

$$A_s = F_{PGA} \times PGA \quad \dots(2. 7)$$

$$S_{DS} = F_a \times S_s \quad \dots(2. 8)$$

$$S_{DI} = F_v \times S_I \quad \dots(2. 9)$$

d. Koefisien respon gempa elastic

Untuk periode lebih kecil dari T_0 , koefisien respons gempa elastik (C_{SM}) didapatkan dari persamaan berikut :

$$C_{SM} = (S_{DS} - A_s) \frac{T}{T_0} + A_s \quad \dots(2. 10)$$

Untuk periode lebih besar atau sama dengan T_0 , dan lebih kecil atau sama dengan T_s , respons spektra percepatan, C_{sm} adalah sama dengan S_{DS} .

Untuk periode lebih besar dari T_s , koefisien respons gempa elastik (C_{SM}) didapatkan dari persamaan berikut :

$$C_{SM} = \frac{S_{DI}}{T} \quad \dots(2. 11)$$

S_{DS} = nilai spektra permukaan tanah pada periode pendek ($T = 0,2$ detik)

S_{D1} = nilai spectra permukaan tanah pada periode 1 detik

$$T_0 = 0,2 T_s \quad \dots(2.12)$$

$$T_s = S_{D1} / S_{DS} \quad \dots(2.13)$$

e. Faktor modifikasi respons

Struktur LRT diklasifikasikan dalam kategori jembatan lainnya (other bridges). Berdasarkan tabel nilai R yang digunakan untuk kolom tunggal pada kategori jembatan adalah 1,5. Jadi nilai R untuk pier (struktur atas) LRT dapat diambil 1,5, baik untuk arah longitudinal maupun transversal. Sedangkan untuk desain pondasi (struktur bawah) nilai R diambil 1.

Tabel 2. 10 faktor modifikasi respon (R)

Bangunan bawah	Kategori kepentingan		
	Sangat Penting	Penting	Lain
Pilar tipe dinding	1,5	1,5	2,0
Tiang/Kolom beton bertulang			
Tiang vertikal	1,5	2,0	3,0
Tiang miring	1,5	1,5	2,0
Kolom tunggal	1,5	2,0	3,0
Tiang baja dan komposit			
Tiang vertikal	1,5	3,5	5,0
Tiang miring	1,5	2,0	3,0
Kolom majemuk	1,5	3,5	5,0

2.5 Beton Prategang

Definisi beton pratekan menurut SNI 03–2847–2002 (pasal 3.17) yaitu beton bertulang yang telah diberikan tegangan tekan terlebih dahulu untuk mengurangi atau mengantisipasi tegangan tarik potensial dalam beton akibat beban kerja. Material yang digunakan untuk sistem ini

adalah material beton dan sistem kabel. Sistem kabel terdiri dari kabel (*wire, strand, bar*), selongsong dan angkur (angkur hidup, angkur mati).

Gaya prategang adalah gaya yang menyebabkan beton berada dalam keadaan tekan akibat tendon yang menyatu dengan beton ditarik dengan besaran tertentu. Besarnya gaya prategang dipengaruhi oleh momen total yang terjadi. Gaya prategang yang disalurkan harus memenuhi kontrol batas pada saat kritis.

Ada tiga konsep yang dapat dipakai untuk menjelaskan dan menganalisis sifat-sifat dasar dari beton prategang. Konsep pertama, sistem prategang untuk mengubah beton menjadi bahan yang elastis (Eugene Freyssinet, 1928). Konsep kedua, system prategang untuk kombinasi baja mutu tinggi dengan beton. Konsep ketiga, system prategang untuk mencapai pertimbangan beban (Tung Yen Lin, 1963).

2.6 Kehilangan Gaya Prategang

Dalam menganalisis kehilangan, harus mempertimbangkan bahan bahan yang sebenarnya dan kondisi lingkungan masing masing bahan (waktu, kondisi pemaparan, dimensi dan ukuran komponen struktur, dan sebagainya) yang mempengaruhi jumlah dari kehilangan prategang.

Dalam perencanaan beton pratekan, analisis gaya-gaya efektif dari tendon penting sekali untuk diketahui. Dalam buku karangan T.Y Lin dan Ned H Burns tahun 1988 disebutkan bahwa kehilangan gaya prategang akan terjadi dalam dua tahap dan keduanya akan sangat mempengaruhi hasil akhir gaya-gaya efektif tendon yang akan terjadi.

Tahap pertama, pada saat setelah peralihan gaya prategang ke penampang beton, tegangan dievaluasi sebagai tolak ukur perilaku elemen struktur. Pada tahap ini kehilangan gaya prategang meliputi:

2.6.1 Perpendekan Elastis Beton (ES)

Pada saat gaya pratekan dialihkan ke beton, komponen struktur akan memendek dan baja akan ikut memendek bersamanya. Jadi ada kehilangan gaya pratekan pada baja. Rekomendasi ACI-ASCE untuk memperhitungkan kehilangan gaya pratekan adalah dengan persamaan berikut:

$$ES = K_s E_s \frac{J_{cir}}{E_{ci}} \quad \dots(2. 14)$$

Dengan nilai f_{cir} sebagai berikut :

$$f_{cir} = \frac{F_0}{A} + \frac{F_0 e}{I} - \frac{M_G e}{I} \quad \dots(2. 15)$$

f_{cir} = Tegangan beton pada garis berat baja (c.g.s) akibat gaya prategang yang efektif segera setelah gaya prategang telah dikerjakan pada beton

MG = Momen akibat berat sendiri beton.

Kes = 1 untuk komponen struktur pratarik

Kes = 0.5 untuk komponen struktur pasca - tarik bila kabel-kabel secara berturutan ditarik dengan gaya yang sama

Es = Modulus elastisitas tendon prategang

E_{ci} = Modulus elastisitas beton pada saat pengukuran

2.6.2 Gesekan (FR)

Selama terjadi pengalihan gaya pratekan pada system pascatarik, kabel yang ditarik sedikit demi sedikit akan mengalami kehilangan tegangannya pada saat tendon melengkung. Perumusan untuk menghitung kehilangan gaya pratekan ini adalah sebagai berikut :

$$F_{pF} = F_i x e^{-((\mu x \alpha) + (KxL))} \quad \dots(2. 16)$$

$$\Delta f_{pF} = F_i x F_{pF} \quad \dots(2. 17)$$

$$\alpha = \frac{8f}{L} \quad \dots(2. 18)$$

- F_pF = Gaya prategang setelah terjadi kehilangan akibat friction
 f_pF = Besarnya gaya kehilangan prategang akibat friksi
 F_i = Gaya awal prategang
 A = Sudut Kelengkungan
 M = Koefisien friksi (gesekan)
 K = Koefisien wobble
 L = Panjang bersih balok
 F = Fokus tendon (eksentrisitas dari cgs)
 μ = koefisien lengkungan.
 α = susut pusat tendon.

Tabel 2. 11 koefisien gesekan untuk tendon pasca-tarik

Tipe tendon	K tiap meter	μ
Tendon pada selubung logam fleksibel:		
- Tendon kawat	0,0033 – 0,0049	0,15 – 0,25
- Strand dengan untai 7 kawat	0,0016 – 0,0066	0,15 – 0,25
- Baja mutu tinggi	0,0003 – 0,0020	0,08 – 0,30
Tendon pada selubung logam kaku		
- Strand dengan untai 7 kawat	0,0007	0,15 – 0,25
Tendon yang diminyaki terlebih dahulu		
- Tendon kawat dan strand dengan untai 7 kawat	0,001 – 0,0066	0,05 – 0,15
Tendon yang diberi lapisan mastic		
- Tendon kawat dan strand dengan untai 7 kawat.	0,0033 – 0,0066	0,05 – 0,15

2.6.3 Slip Angkur (ANC)

Untuk kebanyakan system pasca tarik, pada saat tendon ditarik sampai nilai penuh dongkrak dilepas dan gaya prategang dialihkan ke angkur. Peralatan angkur yang mengalami tegangan pada saat peralihan cenderung untuk berdeformasi, jadi tendon dapat tergelincir sedikit. Rumus umum untuk menghitung kehilangan gaya prategang akibat slip pengankuran adalah :

$$F_{pA} = \Delta f_{pA} \times A_{pA} \quad \dots(2. 19)$$

$$\Delta F_{pA} = 2f_{st} \times \left(\frac{\mu \times \alpha}{L} + Kx \right) \quad \dots(2. 20)$$

F_{pA} = Kehilangan gaya prategang akibat slip angkur

A_{ps} = Luas penampang tendon

Δf_{pA} = Jumlah hilangnya tegangan prategang akibat angkur

f_{st} = Besarnya tegangan ijin baja tendon minimum yang disyaratkan SNI 03-2002-2847

α = Sudut Kelengkungan

μ = Koefisien friksi (gesekan)

K = Koefisien woble

L = Panjang bersih balok

X = Koefisien slip angkur berdasarkan bentuk profil tendon (digunakan profil tendon berbentuk parabola)

$$X = \sqrt{\frac{E_{ps} \times g}{f_{st} \left(\frac{\mu \times \alpha}{L} + K \right)}} < \frac{L}{2} \quad \dots(2. 21)$$

Tahap kedua, pada saat beban bekerja setelah semua gaya prategang terjadi dan tingkatan prategang efektif jangka panjang telah tercapai. Akibat waktu yang lama akan terjadi kehilangan gaya prategang sebagai berikut:

2.6.4 Rangkak beton (CR)

Rangkak dianggap terjadi dengan beban mati permanen yang ditambahkan pada komponen struktur setelah beton diberi gaya prategang. Kehilangan gaya pratekan akibat rangkak untuk komponen struktur dengan tendon terekat dihitung dari persamaan berikut: Sedangkan kehilangan gaya prategang akibat rangkak untuk komponen struktur dengan tendon tidak terekat dihitung dari persamaan berikut:

$$CR = K_{cr} \frac{E_s}{E_c} f_{cir} - f_{cds} \quad \dots(2. 22)$$

K_{cr} = 2,0 untuk komponen struktur pratarik.

K_{cr} = 1,6 untuk komponen struktur pasca tarik.

f_{cds} = *tegangan* beton pada titik berat tendon akibat seluruh beban mati yang bekerja pada komponen struktur setelah diberi gaya prategang

E_s = modulus elastisitas tendon prategang

E_c = modulus elastisitas beton umur 28 hari

Sedangkan kehilangan gaya prategang akibat rangkakan untuk komponen struktur dengan tendon tidak terekat dihitung dari persamaan berikut :

$$CR = K_{cr} \frac{E_s}{E_c} f_{cpa} \quad \dots(2. 23)$$

Dimana, f_{cpa} adalah tegangan tekan rata-rata pada beton sepanjang komponen struktur pada titik berat tendon (c.g.s)

2.6.5 Susut (SH)

Karena susut tergantung dari waktu, kita tidak mengalami 100% kehilangan tegangan batas dalam beberapa tahun, tetapi 80% terjadi pada tahun pertama. Besarnya susut yang terjadi pada beton pratekan dapat dijelaskan menggunakan persamaan berikut ini:

$$SH = 8.2 \times 10^{-6} K_{sh} E_s \left(1 - 0.0236 \frac{V}{S} \right) \times 100 - RH \quad \dots(2. 24)$$

K_{sh} = koefisien factor susut (tabel 2.2)

K_{sh} = 0,1 untuk struktur pratarik

RH = kelembaban relative

V/S = perbandingan volume terhadap permukaan

Tabel 2. 12 nilai Ksh untuk komponen struktur pasca-tarik

Jangka waktu setelah perawatan basah sampai penerapan prategang (hari)	1	3	5	7	10	20	30	60
Ksh	0,92	0,85	0,80	0,77	0,73	0,64	0,58	0,45

2.6.6 Relaksasi baja (RE)

Percobaan pada baja pratekan dengan perpanjangan yang konstan dan dijaga tetap pada suatu selang waktu memperlihatkan bahwa gaya pratekan akan berkurang secara perlahan. Kehilangan gaya pratekan ini dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$RE = [K_{re} - J(SH + CR + ES)] C \quad \dots(2. 25)$$

Dimana, K_{re} , J dan C adalah nilai-nilai menurut tabel 4-5 T.Y.Lin.

Tabel 2. 13 nilai C

fpi / fpu	Strand stress-relieved atau kawat	Batang stress relieved atau Strand atau kawat relaksasi rendah
0,80		1,28
0,79		1,22
0,78		1,16
0,77		1,11
0,76		1,05
0,75	1,45	1,00
0,74	1,36	0,95
0,73	1,27	0,90
0,72	1,18	0,85
0,71	1,09	0,80
0,70	1,00	0,75
0,69	0,94	0,70
0,68	0,89	0,66
0,67	0,83	0,61
0,66	0,78	0,57
0,65	0,73	0,53
0,64	0,68	0,49
0,63	0,63	0,45
0,62	0,58	0,41
0,61	0,53	0,37
0,60	0,49	0,33

Tabel 2. 14 nilai Kre dan J

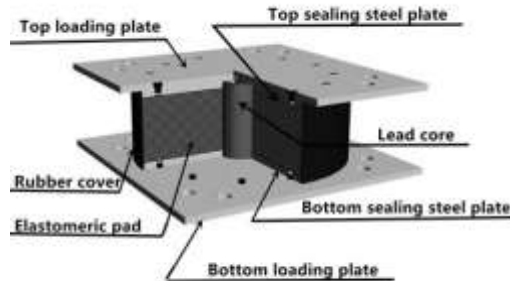
Tipe tendon	Kre	J
Strand atau kawat <i>stress-relieved</i> derajat 1860 MPa	138	0,15
Strand atau kawat <i>stress-relieved</i> derajat 1720 MPa	128	0,14
Kawat <i>stress-relieved</i> derajat 1655 MPa atau 1620 MPa	121	0,13
Strand relaksasi-rendah derajat 1860 MPa	35	0,040
Kawat relaksasi-rendah derajat 1720 MPa	32	0,037
Kawat relaksasi-rendah derajat 1655 MPa atau 1620 MPa	30	0,035
Batang <i>stress-relieved</i> derajat 1000 MPa atau 1100 MPa	41	0,05

2.7 Lead Rubber Bearing (LRB)

Perletakkan (*bearing*) digunakan pada struktur sebagai landasan. Fungsinya adalah untuk mentransfer tegangan dari struktur bagian atas ke struktur bagian bawah yang dapat memberikan pergerakan pada bagian atas struktur jembatan. *Bearing* juga berfungsi untuk mengakomodasi pergerakan rotasi dan translasi longitudinal.

Lead rubber bearing adalah modifikasi dari bantalan elastomer berlapis dengan menambahkan inti didalamnya untuk menyerap energi seismik yang ditimbulkan dari getaran gempa. Terdiri atas pelat baja yang terikat secara kimiawi pada karet secara berlapis. Jumlah inti didalamnya dapat disesuaikan dengan desain rencana.

Bagian atas dan bawah dari pelat baja dilengkapi dengan pelat *dowel* untuk memudahkan pemasangan. Lapisan baja dan karet memberikan kekakuan, kekuatan dan fleksibilitas ke arah vertikal untuk mendukung berat struktur dan dikombinasi dengan inti didalamnya untuk menghasilkan fleksibilitas, penyebaran energi dan redaman pada arah horizontal. LRB dapat berbentuk persegi panjang atau lingkaran.



gambar 2. 5 komponen LRB

2.8 Pilar

Pilar jembatan merupakan struktur yang memberikan dukungan vertikal untuk rentang di antara dua poin. Pilar jembatan memiliki dua fungsi utama yaitu; mentransfer beban bangunan atas vertikal ke pondasi dan menahan kekuatan horisontal yang bekerja pada jembatan. Meskipun pilar secara umum dirancang untuk menahan beban vertikal dari struktur di atasnya, pilar juga didesain untuk menahan beban lateral tinggi disebabkan oleh peristiwa seismik.

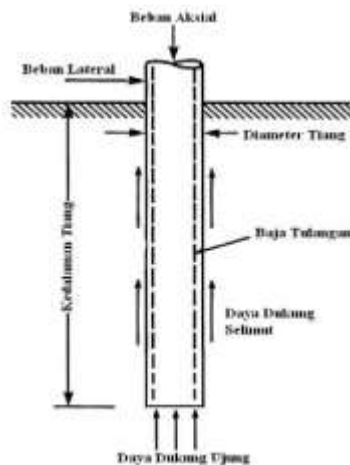
2.9 Pondasi Borepile

Perencanaan pondasi yang akan digunakan harus memperhitungkan jenis tanah di lokasi tersebut. Untuk mengetahui jenis tanah maka harus memiliki data tanah yang berupa data SPT maupun data properti tanah itu, untuk mengetahui letak tanah keras pada kedalaman berapa meter. Setelah mengetahui letak tanah keras maka bisa dipilih jenis pondasi yang akan digunakan, untuk letak tanah keras yang lebih dari 10 meter bisa menggunakan jenis pondasi dalam sehingga beban yang terjadi dapat disalurkan ke tanah keras.

Pondasi *Bored Pile* adalah suatu pondasi yang dibangun dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, baru kemudian diisi dengan tulangan dan dicor. Tiang bor

biasanya dipakai pada tanah yang stabil dan kaku, sehingga memungkinkan untuk membentuk lubang yang stabil dengan alat bor. Jika tanah mengandung air, pipa besi dibutuhkan untuk menahan dinding lubang dan pipa ini ditarik ke atas pada waktu pengecoran. Pada tanah tiang keras atau batuan lunak, dasar tiang dapat dibesarkan untuk menambah tahanan dukung ujung tiang.

Daya dukung *bored pile* diperoleh dari daya dukung ujung (*end bearing capacity*) yang diperoleh dari tekanan ujung tiang dan daya dukung geser atau selimut (*friction bearing capacity*) yang diperoleh dari daya dukung gesek atau gaya adhesi antara *bored pile* dan tanah disekelilingnya. *Bored pile* berinteraksi dengan tanah untuk menghasilkan daya dukung yang mampu memikul dan memberikan keamanan pada struktur atas. Untuk menghasilkan daya dukung yang akurat maka diperlukan suatu penyelidikan tanah yang akurat juga. Ada dua metode yang biasa digunakan dalam penentuan kapasitas daya dukung *bored pile* yaitu dengan menggunakan metode statis dan metode dinamis.



Ada berbagai jenis pondasi bore pile yaitu:

- Bore pile lurus untuk tanah keras;
- Bore pile yang ujungnya diperbesar berbentuk bel;
- Bore pile yang ujungnya diperbesar berbentuk trapesium;
- Bore pile lurus untuk tanah berbatu-batuan

2.10 Daya Dukung Tiang

- Gaya Geser Dinding Tiang

$$R_f = U \times \sum (l_i \times f_i) \quad \dots(2. 26)$$

R_f = gaya geser dinding tiang (ton)

U = keliling tiang (m)

l_i =Tebal lapisan tanah dengan memperhitungkan geseran dinding tiang

f_i = Besarnya gaya geser maksimum dari lapisan tanah dengan memperhitungkan geseran dinding tiang (ton/m²)

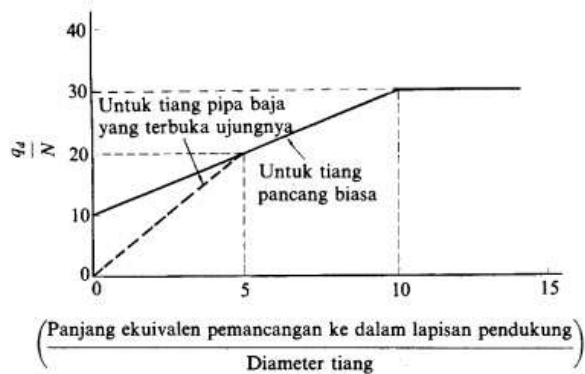
Tabel 2. 15 intensitas gaya geser dinding tiang

(Satuan: t/m²)

Jenis tiang tanah pondasi	Tiang pracetak	Tiang yang dicor di tempat
Tanah berpasir	$\frac{N}{5} (\leq 10)$	$\frac{N}{2} (\leq 12)$
Tanah kohesif	c atau $N (\leq 12)$	$\frac{c}{2}$ atau $\frac{N}{2} (\leq 12)$

- Daya Dukung Ujung Tiang

Untuk daya dukung terpusat tiang dapat dicari dengan diagram di bawah ini:



gambar 2. 6 Diagram perhitungan intensitas daya dukung ultimate tanah pondasi pada ujung tiang

Setelah menentukan diameter tiang dan panjang penetrasi tiang sampai ke lapisan pendukung sudah di dapat maka q_d dapat dicari.

$$R_p = q_d \times A \quad \dots(2.27)$$

R_p = daya dukung ujung tiang (ton)

q_d = daya dukung terpusat tiang (ton)

A = luas ujung tiang (m^2)

Tabel 2. 16 perkiraan q_d untuk tiang yang di cor ditempat

Intensitas daya dukung ultimate pada ujung tiang (q_u)	(Satuan: t/m^2)		
	Lapisan kerikil ¹⁾	$N \geq 50$	750
		$50 > N \geq 40$	525
		$40 > N \geq 30$	300
	Lapisan berpasir ¹⁾	$N \geq 30$	300
	Lapisan lempung keras	$3q_u^{2)}$	
<p>1) Perbedaan antara lapisan kerikil dengan lapisan berpasir dapat dipertimbangkan berdasarkan hasil penyelidikan pada sejumlah kecil tanah tersebut. Lapisan berpasir yang bercampur dengan kerikil dianggap sama dengan lapisan berpasir tanpa kerikil. Harga N diperoleh dari penyelidikan</p> <p>2) Pada lapisan lempung keras, intensitas daya dukung ditetapkan berkenaan dengan "Kriteria perencanaan pondasi kaision q_u adalah kekuatan geser unconfined (U/m^2)"</p>			

c. Daya Dukung Ultimate Tiang

$$R_u = R_f \times R_p \quad \dots(2. 28)$$

R_u = daya dukung ultimate tanah pondasi (ton)

R_f = gaya geser dinding tiang (ton)

R_p = daya dukung ujung tiang (ton)

d. Daya Dukung Ijin Tiang

$$R_a = \frac{1}{n} \times (R_u - W_s) + W_s - W \quad \dots(2. 29)$$

R_a = daya dukung ujung tiang (ton)

R_u = daya dukung ultimate tanah pondasi (ton)

W_s = berat efektif tanah yang dipindahkan oleh tiang (ton)

W = berat efektif tiang dan tanah di dalam tiang (ton)

n = faktor keamanan

Tabel 2. 17 faktor keamanan

	Jembatan jalan raya		Jembatan kereta api	Konstruksi pelabuhan	
	Tiang pendukung	Tiang geser	—	Tiang pendukung	Tiang geser
Beban tetap	3	4	3	Lebih besar dari 2,5	
Beban tetap + Beban sementara	—	—	2	—	
Waktu gempa	2	3	1,5 (1,2)	Lebih besar dari 1,5	Lebih besar dari 2,0

Angka dalam tanda kurung: Bila beban kereta api diperhitungkan

e. Daya Dukung Mendatar Yang Diijinkan

$$k = k_0 \cdot y^{-\frac{1}{2}} \quad \dots(2.30)$$

$$k_0 = 0,2 \cdot E_0 \cdot D^{-\frac{3}{4}} \quad \dots(2.31)$$

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{k \cdot D}{4EI \text{ (cm}^{-1}\text{)}}} \quad \dots(2.32)$$

$$H_a = \frac{k \cdot D}{\beta} \cdot \delta_a \quad \dots(2.33)$$

- k = Koeffisien reaksi lapisan tanah di bawah permukaan dalam arah vertikal (kg/m^3)
 y = besarnya pergeseran yang akan dicari (cm)
 E_0 = modulus deformasi tanah pondasi, biasanya diperkirakan dari $E_0 = 28 \text{ N}$
 D = diameter tiang (cm)
 EI = Kekakuan lentur dari tiang (kg/cm^{-1})
 H_a = Daya dukung mendatar yang diijinkan (kg)
 δ_a = besar pergeseran normal (cm)

2.11 Metode Pelaksanaan

1. Pekerjaan Persiapan :
 - a. Pembuatan jalan kerja
 - b. Pembuatan lokasi unloading material
2. Pekerjaan Pembersihan Lahan

- Pengukuran menggunakan alat (theodolite, waterpass, dll.)
- Pembuatan direksi keet
- 3. Mobilisasi
 - Mobilisasi material
 - Mobilisasi alat berat
 - Mobilisasi tenaga kerja
- 4. Pekerjaan Pondasi
 - Pekerjaan pengeboran
 - Pekerjaan pembesian
 - Pekerjaan pengecoran
- 5. Pekerjaan pile cap
 - Pekerjaan pembesian
 - Pemasangan bekisting
 - Pekerjaan pengecoran
- 6. Pekerjaan pilar
 - Pekerjaan pembesian
 - Pemasangan bekisting
 - Pekerjaan pengecoran
- 7. Pekerjaan kepala pilar
 - Pekerjaan Pemasangan U-shape girder
 - Pemasangan tendon prategang
 - Pekerjaan pengecoran
- 8. Pekerjaan Bangunan Atas
 - Pekerjaan Pemasangan U-shape girder

a. Bangunan Atas

Konstruksi jembatan pracetak dapat dilakukan dengan berbagai macam metode, diantaranya adalah dengan metode balanced cantilever, incremental launching (ILM), dan metode span by span. Ketiga metode tersebut tentunya berbeda satu dengan lainnya, dimulai dari peralatan yang digunakan, urutan pekerjaan, dan respons

struktur yang terjadi selama pelaksanaan dan kondisi akhir.

Metode span by span adalah metode pelaksanaan konstruksi jembatan pracetak, dimana satu bentang jembatan dikerjakan sampai selesai dengan bantuan crane, kemudian berlanjut ke bentang berikutnya. Proses tersebut berulang sampai seluruh bentang jembatan tersambung.

b. Bangunan Bawah

Pondasi *Bored Pile* adalah suatu pondasi yang dibangun dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, baru kemudian diisi dengan tulangan dan dicor. Ditinjau dari segi pelaksanaannya pondasi bore pile dapat dibedakan menjadi 3 macam type:

- Sistem Augering

Pada sistem ini selain augernya sendiri, untuk kondisi lapangan pada tanah yang mudah longsor diperlukan casing atau bentonite slurry sebagai penahan longsor. Penggunaan bentonite slurry untuk kondisi lapisan tanah yang permeabilitasnya besar tidak disarankan, karena akan membuat bentonite slurry yang banyak dengan terjadinya perembesan melalui lapangan permeable tersebut.

- Sistem Grabbing

Pada penggunaan sistem ini diperlukan casing (continuous semirrotary motion casing) sebagai penahan kelongsoran. Casing tersebut dimasukkan ke dalam tanah dengan cara ditekan sambil diputar. Sistem ini sebenarnya cocok untuk semua kondisi tanah, tetapi yang paling sesuai adalah kondisi tanah yang sulit ditembus.

- Sistem Wash Boring

Pada sistem ini diperlukan casing sebagai penahan kelongsoran dan juga pompa air untuk sirkulasi airnya yang dipakai untuk pengeboran. Sistem ini cocok untuk kondisi tanah pasir lepas. Untuk jenis bore pile ini perlu diberikan tambahan tulangan praktis untuk penahan gaya lateral yang terjadi. Penulangan minimum 2% dari luas penampang tiang.

BAB III

METODOLOGI

Langkah-langkah yang digunakan dalam merencanakan struktur LRT ini adalah sebagai berikut :

3.1 Metode Desain

- a. Pengumpulan Data
- b. Preliminary desain
- c. Pemodelan struktur
- d. Analisis pembebanan
 - Beban-beban
 - Kombinasi pembebanan
- e. Analisa gaya dalam dan perhitungan struktur
- f. Cek desain
- g. Gambar rencana

3.2 Uraian Metode

3.2.1 Pengumpulan Data

1. Data Primer
Tidak dilakukan pengamatan langsung ke lokasi
2. Data Sekunder
 - a. Gambar rencana bangunan
 - b. Data tanah
 - c. Data gempa
3. Peraturan – peraturan dan buku penunjang lain sebagai dasar teori

3.2.2 Preliminary Design

- a. Tinggi
Menurut Robert Benaim (2008), ratio antara panjang bentang dan kedalaman deck adalah antara 15 sampai 20.

$$\text{kedalaman deck (d)} = \frac{30}{15} = 2 \text{ m.}$$

$$\text{kedalaman deck (d)} = \frac{30}{20} = 1,5\text{m.}$$

Sehingga direncanakan kedalaman deck (d) adalah 1,75 m.

b. Tebal pelat

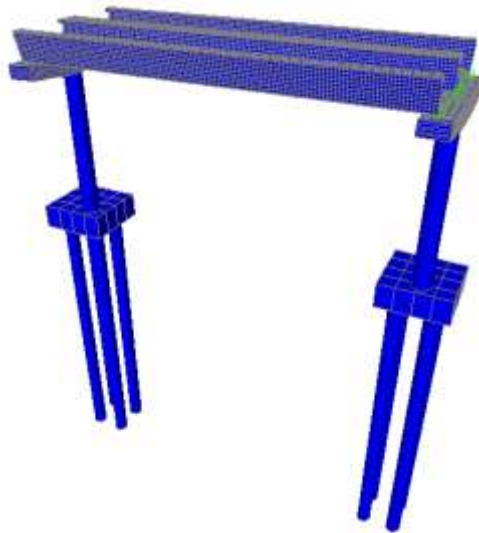


Gambar 3. 1 bottom slab configuration

Tebal pelat diisyaratkan $1/20$ jarak antar web dan tidak boleh kurang dari 200 mm.

3.1.1 Permodelan struktur

Permodelan struktur menggunakan bantuan program komputer SAP 2000.



Gambar 3. 2 permodelan 3D Struktur LRT

3.1.2 Analisa Pembebanan

1. Beban-beban

- a. Beban mati:
 - Beton bertulang : 2500 kg/m^3
 - Baja : 7850 kg/m^3
- b. Beban Hidup
 - kereta : 12 ton/axle
- c. beban kejut : $I = \frac{100L}{L+D}$
- d. beban angin pada struktur : $3,0 \text{ kN/m}^2$
- e. angin pada kendaraan : $1,5 \text{ kN/m}^2$
- f. beban gempa
 - Periode ulang : 1000 tahun
 - Daerah : Jakarta

2. Kombinasi Pembebanan

- a. DL = beban mati
- b. SDL = beban mati tambahan
- c. LL+I = beban hidup + beban kejut (impact)
- d. WS = beban angin pada struktur
- e. WL = beban angin pada beban hidup
- f. EQ = beban gempa

Kondisi service

- $S1 = D + L + I + PS + LF + (CF \text{ aor } HF \text{ or } Fr)$
- $S2 = S1 + [0,3 (WL + WS) \text{ or } ICE \text{ or } SF]$
- $S3 = S2 + T + SH + CR$
- $S4 = PS + D + (WS \text{ or } EQ) + T + SH + CR$

Kondisi ultimate

Tabel 3. 1 kombinasi pembebanan kondisi ultimate

KOMB	U0	U1	U2	U3	U4	U5	U6
D	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
L, I and either CF or HF	1,7	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	
SH and CR	1	1	1	1	1	1	
PS	1	1	1	1	1	1	1
WL + WS		1,5					
WS			1				
ICE, T, SF, or EQ				1,5			
Lfe					1,4		
BR							1,2
CL							1,3
DR						1,4	

3.1.3 Analisa Gaya Dalam Dan Perhitungan Struktur

1. Dari *out put* SAP diperoleh nilai gaya geser (**D**), momen lentur (**M**), momen torsi (**T**), dan nilai gaya aksial (**P**).
2. Perhitungan struktur untuk baja menggunakan metode ASD dan beton bertulang menggunakan SRPMB
3. Perhitungan gaya prategang

$$\sigma_{ti} = \frac{F_0}{A} - \frac{F_0 e}{W_t} + \frac{M_G}{W_t} \quad \dots(3.1)$$

$$\sigma_{ci} = \frac{F_0}{A} + \frac{F_0 e}{W_b} - \frac{M_G}{W_b} \quad \dots(3.2)$$

4. Tegangan ijin beton sesaat setelah penyaluran gaya prategang :
 - a. Tegangan Ijin Bahan Beton Prategang Pada Saat Transfer (SNI 7833-2012 Pasal 6.4.1)

- b. Kuat tekan beton yang direncanakan pada umur saat dilakukan transfer (f_{ci}') dinyatakan dalam satuan MPa.

$$f_{ci}' = 0,65 f_c' \quad \dots(3.3)$$

- c. Tegangan ijin beton sesaat setelah penyaluran gaya prategang:

▪ tekan : $\sigma_{ci} = 0.6 f_{ci}' \quad \dots(3.4)$

▪ tarik : $\sigma_{ti} = 0.25 \sqrt{f_{ci}'}$ $\dots(3.5)$

- d. Tegangan ijin beton sesaat setelah kehilangan gaya prategang:

▪ tekan : $\sigma_{ci} = 0.45 f_{ci}' \quad \dots(3.6)$

▪ tarik : $\sigma_{ti} = 0.5 \sqrt{f_{ci}'}$ $\dots(3.7)$

5. Kehilangan Prategang

- a. Akibat Perpendekan elastis beton (ES)

$$ES = K_{Es} E_s \frac{F_{cir}}{E_{ci}} \quad \dots(3.8)$$

- b. Akibat friksi

$$\frac{F_2 - F_1}{F_1} = -KL - \mu\alpha \quad \dots(3.9)$$

- c. Akibat Slip Angkur

$$ANC = \Delta_{fs} = \frac{\Delta_a E_s}{L} \quad \dots(3.10)$$

- d. Akibat Rangkak

$$CR = K_{es} \cdot \frac{E_s}{E_c} (f_{cir} - f_{cds}) \quad \dots(3.11)$$

- e. Akibat Susut

$$SH = 8,2 \times 10^{-6} K_{SH} E_s \left(1 - 0,06 \frac{V}{S} \right) (100 - RH) \quad \dots(3.12)$$

f. Akibat relaksasi Baja

$$RE = [K_{RE} - J(SH + CR + ES)]C \quad \dots(3.13)$$

6. Perhitungan daya dukung tiang baik dari arah vertikal dan horizontal dihitung dengan menggunakan metode spring constant. Perbandingan tekanan tanah aktif dan pasif biasanya kurang lebih adalah 1 : 2-3. Dengan metode spring constant ini akan dimodelkan perbandingan tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif adalah 1 : 1, jadi kekuatan tekanan tanah pasif yang akan melawan tekanan tanah aktif dimodelkan setara dengan kekuatan tanah aktif yang terjadi. Metode ini memodelkan keliling permukaan sepanjang tiang pancang adalah spring/pegas dan ujung tiang adalah rol. Salah satu contoh rumus yang digunakan adalah spring constant nakazawa.

- Perhitungan daya dukung vertikal

$$K_v = 0,2 \cdot E_o \cdot D^{-0,75} \cdot A \quad \dots(3.14)$$

K_v = daya dukung vertikal (T/m)

E_o = 28 N (N = jumlah SPT tiap 1 m) (kg/cm^2)

D = diameter tiang pancang (cm)

A = luas permukaan tiang pancang (cm^2)

- Perhitungan daya dukung horizontal

$$K = 0,2 \cdot E_o \cdot D^{-0,75} \cdot y^{-0,75} \quad \dots(3.15)$$

$K_x = K_y = K \cdot D \cdot Dz$

Y = tinjauan per 1 cm

Dz = kedalaman tinjauan (m)

7. Perhitungan Pondasi

- a. Daya dukung aksial pondasi tiang

- Gaya geser dinding tiang (R_f)

$$R_f = U \times \sum(l_i \times f_i)$$

U = panjang keliling tiang (m)

l_i = tebal lapisan tanah dengan memperhitungkan geseran dinding tiang (m)

f_i = besarnya gaya geser maksimum dari lapisan tanah dengan memperhitungkan geseran dinding tiang (ton/m²). Diperkirakan berdasar tabel bawah

- Daya dukung pada ujung tiang pancang (R_p)

$$R_p = q_d \times A$$

- Daya dukung ultimate tiang pada tanah pondasi (R_u)

$$R_u = R_p + R_f$$

- Daya dukung ijin tiang (R_a)

$$R_a = \frac{R_u}{SF} \text{ dengan SF (safety factor) = 3}$$

b. Pile Cap

- Kontrol geser pons

$$V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \frac{\sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d}{6}$$

$$V_c \leq \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d$$

$$\phi V_c = 0.6 V_c$$

Dimana,

β_c = rasio sisi panjang terhadap sisi pendek kolom, daerah beban terpusat atau daerah reaksi

b_o = keliling penampang kritis

3.1.4 Cek Desain

Melakukan pengecekan hasil perhitungan desain.

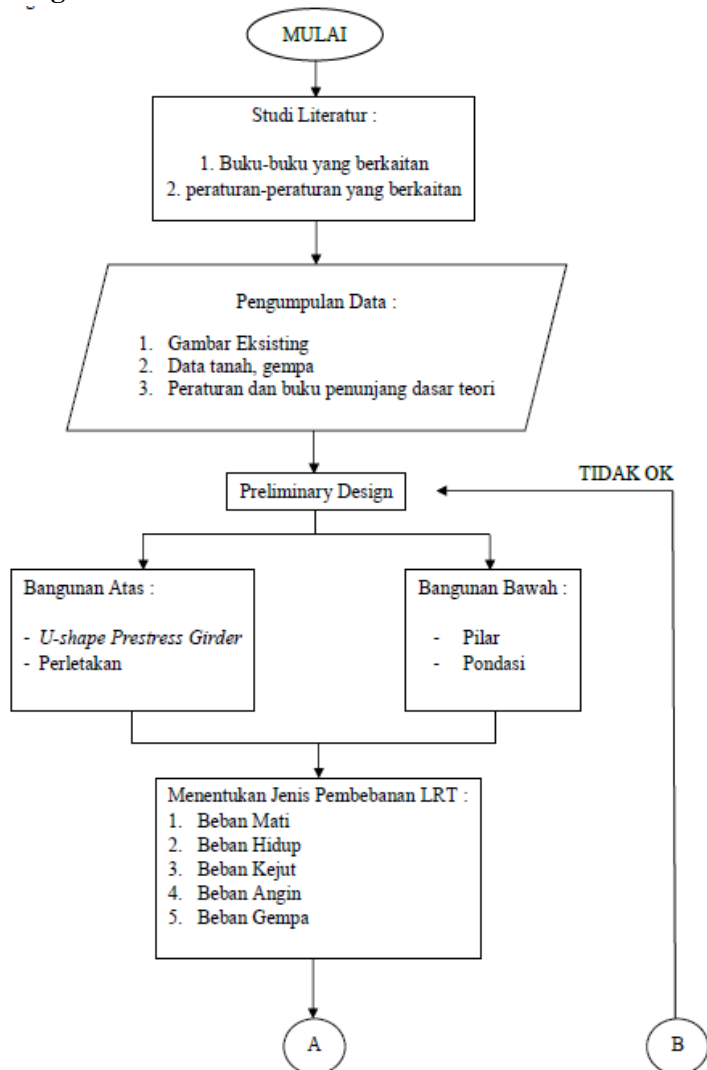
3.1.5 Gambar Desain

Agar desain yang dibuat lebih dimengerti, maka perlu dituangkan dalam bentuk gambar struktur. Gambar struktur meliputi :

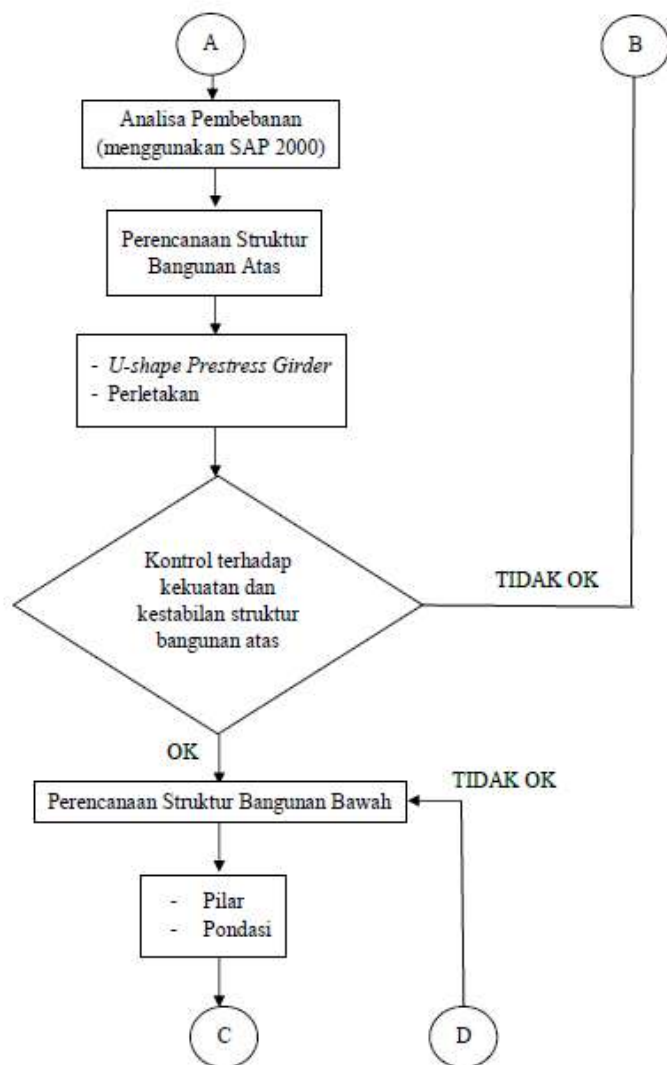
- a. Gambar Denah

- b. Potongan memanjang
- c. Potongan melintang
- d. Gambar penulangan girder
- e. Gambar penulangan pier
- f. Gambar penulangan pile cap
- g. Gambar denah pondasi tiang

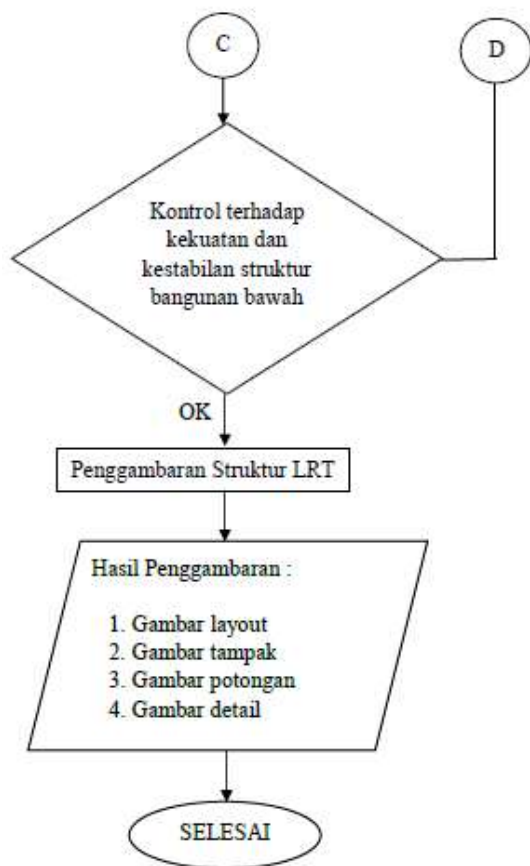
3.3 Diagram Alir Desain



Gambar 3. 3 diagram alir perencanaan LRT



Gambar 3. 4 diagram alir perencanaan LRT (lanjutan)



Gambar 3. 5 diagram alir perencanaan LRT (lanjutan)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN DESAIN

4.1 Data Perencanaan

Dalam Tugas Akhir ini akan direncanakan Jembatan sebagai lintasan kereta api api cepat LRT Jakarta dengan konstruksi *Prestress U-Shaped Girder*.

Sebagai hasil akhir dari Tugas Akhir ini nantinya dimensi penampang struktur jembatan akan dituangkan ke dalam bentuk gambar teknik.

Nama jembatan : LRT Jakarta
Lokasi Jembatan : Jakarta
Tipe Jembatan : *Prestressed U-Shaped Girder*
Panjang : 210 meter, terdiri dari 7 bentang
dengan panjang tiap bentang
adalah 30 meter.

Metode Pelaksanaan : dengan metode *span by span*

Lebar total : 9,45 meter

Data-data bahan untuk perencanaan :

Beton

1. Kuat tekan beton prategang (f_c') = 50MPa
2. Kuat tekan beton struktur pilar (f_c') = 40 MPa
3. Kuat tekan beton untuk pilecap (f_c') = 50 MPa
4. Kuat tekan beton borepile (f_c') = 30 MPa

Baja

1. Untuk tulangan beton
 $F_y = 400 \text{ Mpa}$ ($D \geq 13 \text{ mm}$)
 $F_y = 240 \text{ Mpa}$ ($\emptyset < 13 \text{ mm}$)
2. Untuk kabel prategang

Dalam perencanaan Tugas Akhir ini akan digunakan jenis kabel tendon OVM

4.2 Tegangan Ijin Bahan

4.2.1 Tegangan Ijin Beton Prategang pada saat Transfer

Kuat tekan beton yang direncanakan pada umur saat dilakukan transfer (f_{ci}'), dinyatakan dalam satuan Mpa.

$$\begin{aligned}
 f_{ci}' &= 88\% f_c' \\
 &= 88\% \times 50 \text{ MPa} \\
 &= 44 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI T-12-2004 pasal 4.4.1.2.2 untuk komponen prategang pada saat transfer. Tegangan tekan dalam penampang beton tidak boleh melampaui nilai sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \sigma \text{ tekan} &= 0,6 f_{ci}' \\
 &= 0,6 \times 44 \text{ MPa} \\
 &= 26,4 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI T-12-2004 pasal 4.4.1.2.4 untuk struktur jembatan tegangan tarik yang terjadi tidak boleh melampaui nilai sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \sigma \text{ tarik} &= 0,25 \sqrt{f_{ci}'} \\
 &= 0,25 \times \sqrt{44} \text{ MPa} \\
 &= 1,66 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

4.2.2 Tegangan Ijin Beton Prategang pada saat Layan

Berdasarkan SNI T-12-2004 pasal 4.4.1.2.1 untuk komponen beton prategang pada saat layan, tegangan tekan dalam penampang beton tidak boleh melampaui nilai sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \sigma \text{ tekan} &= 0,45 f_c' \\
 &= 0,45 \times 50 \text{ MPa} \\
 &= 22,5 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI T-12-2004 pasal 4.4.1.2.3 untuk komponen beton prategang pada saat layan, tegangan tekan dalam penampang beton tidak boleh melampaui nilai sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \sigma \text{ tarik} &= 0,5 \sqrt{f_c'} \\
 &= 0,5 \times 50 \text{ MPa} \\
 &= 3,53 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

4.2.3 Modulus Elastisitas (E_c)

Untuk beton normal dengan masa jenis sekitar 2500 kg/m³ nilai modulus elastisitas boleh diambil sebesar $4700\sqrt{f_c'}$

$$\begin{aligned}
 E_c &= 4700 \sqrt{f_c'} \\
 &= 4700 \times \sqrt{50} \text{ MPa} \\
 &= 33234,02 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

4.3 Preliminary Design

4.3.1 Tinggi U-Girder

Langkah awal dalam menentukan dimensi U-girder adalah dengan menentukan tinggi rencana (h_{rencana}) penampang U-girder. h_{rencana} diperoleh dari rasio tinggi (h) terhadap bentang (L) yang telah disebutkan pada pembahasan sebelumnya yaitu $1/15L - 1/20L$ (Robert Benaim, 2008)

$$\text{tinggi U-girder (h)} = \frac{30}{15} = 2 \text{ m.}$$

$$\text{tinggi U-girder (h)} = \frac{30}{20} = 1,5 \text{ m.}$$

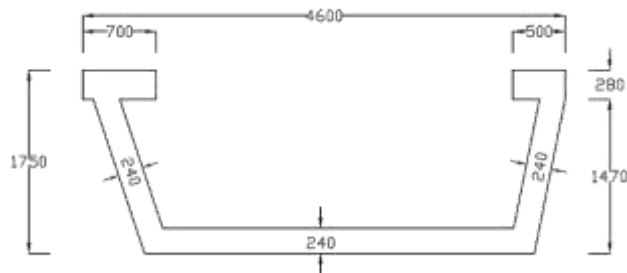
Sehingga direncanakan ketinggian U-girder (h) adalah 1,75 m.

4.3.2 Tebal Slab

Ketebalan disyaratkan $1/20$ jarak antar web dan tidak boleh kurang dari 200 mm.

$$\text{Tebal slab} = \frac{1}{20} \times 4600 \text{ mm} = 230 \text{ mm.}$$

Digunakan tebal slab adalah 240 mm.



Gambar 4. 1 penampang U-girder

A	= 1855414,23 mm ²
Ya	= 1132,97 mm
Yb	= 617,026 mm
I	= $6,6 \times 10^{11}$ mm ⁴
Wa	= 582539696,5 mm ³
Wb	= 1069646984 mm ³
Ka	= 313,967 mm
Kb	= 576,500 mm

4.4 Analisa Pembebanan

4.4.1 Beban mati

Beban mati adalah beban yang dihasilkan oleh komponen struktur. Beban ini sifatnya tetap dan tidak berpindah. Beban mati adalah beban berat sendiri U-girder.

Berat sendiri (q) didapatkan dari luas penampang melintang U-girder dikalikan berat jenis beton.

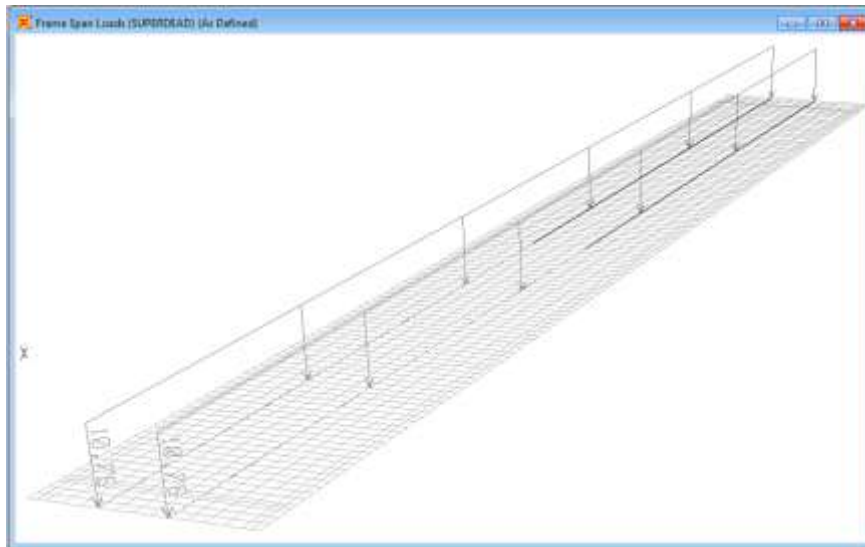
Luas penampang (A) = 1855414,23 mm²

$$\begin{aligned}
 q &= A \times B_j. \text{ Beton} \\
 &= 1,855 \text{ m}^2 \times 25 \text{ kN/m}^3 \\
 &= 46,39 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

4.4.2 Beban Mati Tambahan

Beban mati tambahan adalah beban yang sifatnya menetap namun berada diluar komponen struktur seperti utilitas kereta api.

Beban mati tambahan untuk satu jalur U-girder yang terdiri atas *concrete plinths*, *rail*, *hand rail*, kabel, dll adalah sebesar 21,5 kN/m.



Gambar 4. 2 permodelan beban mati tambahan pada SAP2000

4.4.3 Beban Hidup

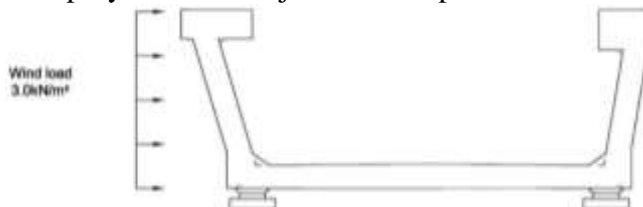
Beban hidup LRT didesain dengan beban maksimum bekerja pada as kendaraan (*axle load*). Beban pada as kendaraan diatur seperti **gambar 2.1** dimana di setiap as kendaraan mendistribusikan beban sebesar 12 ton dengan jarak antar rel adalah 1067 mm.



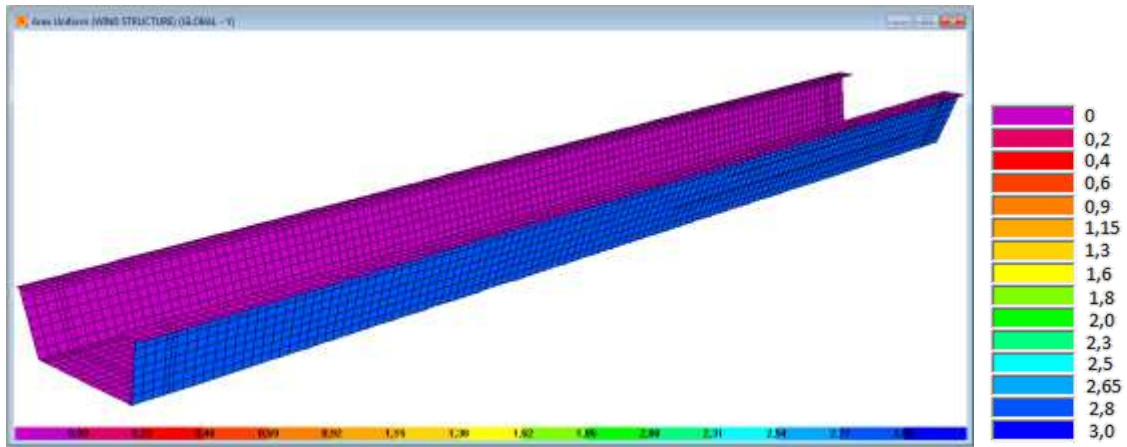
Gambar 4. 3 permodelan beban hidup kereta pada SAP2000

4.4.4 Beban Angin pada Struktur

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan 60 tahun 2012, beban angin yang bekerja tegak lurus rel, secara horizontal dengan nilai sebesar $3,0 \text{ kN/m}^2$ pada area proyeksi vertikal jembatan tanpa kereta di atasnya.



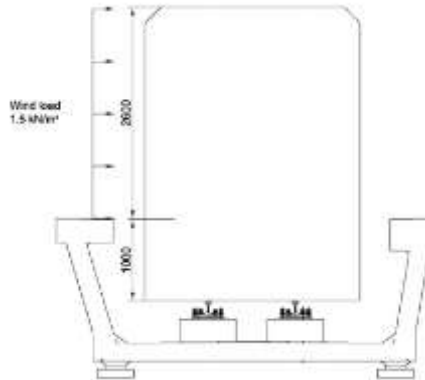
Gambar 4. 4 skema beban angin pada struktur



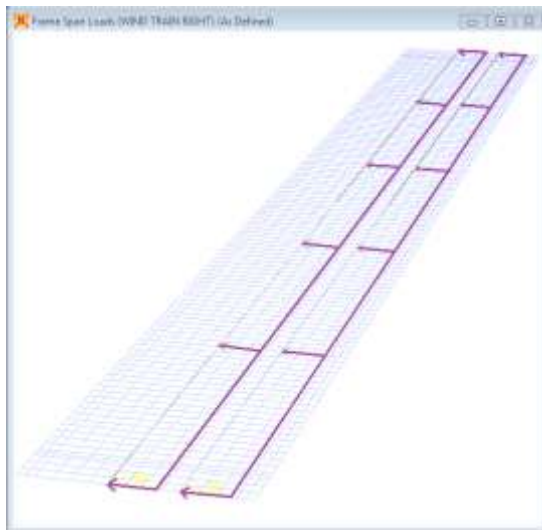
Gambar 4. 5 permodelan beban angin struktur pada SAP2000 (satuan kN,m,C)

4.4.5 Beban Angin pada Kendaraan

Berdasarkan peraturan menteri perhubungan 60 tahun 2012, beban angin yang bekerja tegak lurus rel, secara horizontal dengan nilai sebesar $1,5 \text{ kN/m}^2$ pada areal kereta dan jembatan dengan kereta di atasnya.



Gambar 4. 6 skema beban angin pada kendaraan



Gambar 4. 7 permodelan beban angin kendaraan pada SAP2000 (satuan kN,m,C)

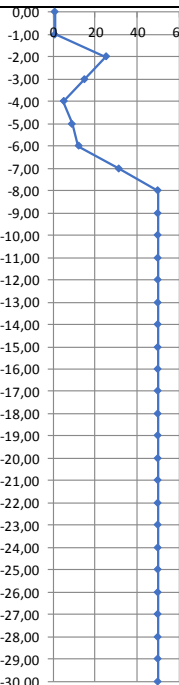
4.4.6 Beban Gempa

Metode yang digunakan dalam perhitungan beban gempa ini yaitu metode analisis respon spektrum. Beban gempa diperhitungkan berdasarkan RSNI 17-2013 dengan probabilitas 7% dalam 75 tahun atau periode ulang 1000 tahun. Berdasarkan peraturan SNI-2833-2013 Perancangan Gempa Terhadap Beban Jembatan, perencanaan beban rencana akibat gempa minimum ditentukan beberapa hal:

- Lokasi desain : Jakarta
- Penentuan kelas situs

Kelas situs diklasifikasikan dari data tanah yang ada :

Tabel 4. 1 penentuan kelas situs tanah

Depth (m)	Type of Soil	N SPT	Grafik SPT	di	di/Ni
0,00	lempung	1			
-1,00	lempung	1		1	1,000
-2,00	lempung	25		1	0,040
-3,00	lempung berlanau	15		1	0,067
-4,00	lempung berlanau	5		1	0,200
-5,00	lempung berlanau	9		1	0,111
-6,00	kerikil	12		1	0,083
-7,00	kerikil	31		1	0,032
-8,00	lanau berpasir	50		1	0,020
-9,00	lempung berlanau	50		1	0,020
-10,00	lempung berlanau	50		1	0,020
-11,00	pasir	50		1	0,020
-12,00	pasir	50		1	0,020
-13,00	pasir	50		1	0,020
-14,00	lanau berpasir	50		1	0,020
-15,00	pasir	50		1	0,020
-16,00	pasir	50		1	0,020
-17,00	lanau berpasir	50		1	0,020
-18,00	lanau berpasir	50		1	0,020
-19,00	lanau berpasir	50		1	0,020
-20,00	lanau berpasir	50		1	0,020
-21,00	pasir	50		1	0,020
-22,00	lanau berpasir	50		1	0,020
-23,00	pasir	50		1	0,020
-24,00	lanau	50		1	0,020
-25,00	lanau	50		1	0,020
-26,00	lanau berpasir	50		1	0,020
-27,00	lanau berpasir	50		1	0,020
-28,00	lanau berpasir	50		1	0,020
-29,00	lanau berpasir	50		1	0,020
-30,00	pasir	50		1	0,020
jumlah				30	1,993

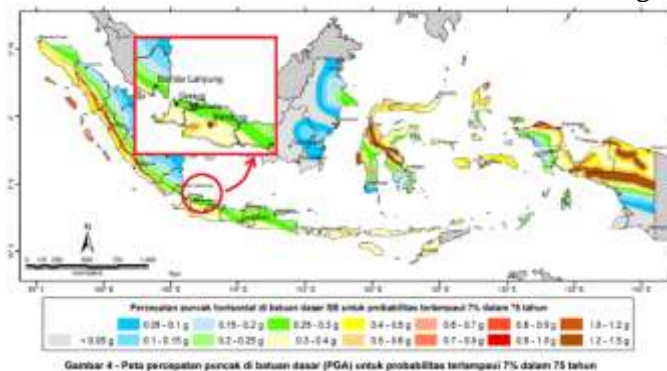
$$\begin{aligned}
 N &= \frac{\sum D_i}{\sum \frac{D_i}{N_i}} \\
 &= \frac{30}{1,993} \\
 &= 15,049 \\
 N &= 15 \leq 15,049 \leq 50
 \end{aligned}$$

Berdasarkan **tabel 2.6** spesifikasi kelas situs tanah dengan nilai N adalah $15 \leq 15,049 \leq 50$ maka termasuk kedalam kelas situs tanah SD (Tanah Sedang)

c. Penentuan Beban Gempa

▪ Nilai PGA

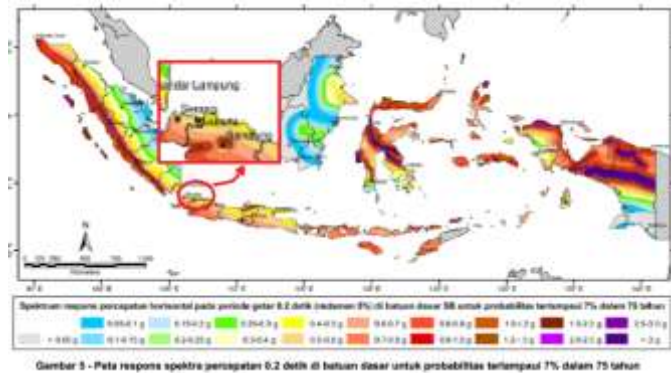
Berdasarkan gambar 4.8 peta percepatan puncak di batuan dasar (PGA) untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun maka nilai PGA adalah 0,275g.



Gambar 4. 8 peta percepatan puncak di batuan dasar (PGA) untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun

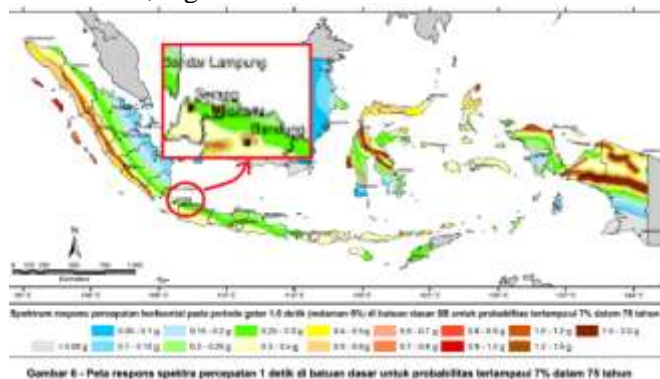
▪ Nilai Ss (respons spektra 0.2 detik)

Berdasarkan **gambar 4.9** peta respon spektra percepatan 0,2 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun maka nilai Ss adalah 0,4g



Gambar 4. 9 peta respon spektra percepatan 0,2 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun

- Nilai S_1 (respons spektra 1 detik)
Berdasarkan **gambar 4.10** peta respon spektra percepatan 1 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun ditentukan nilai S_1 adalah 0,22g



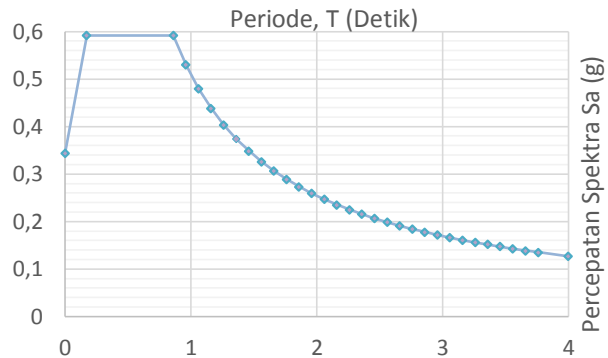
Gambar 4. 10 peta respon spektra percepatan 1 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun

- Menentukan koefisien situs F_{PGA} , F_a , dan F_v .
Berdasarkan nilai PGA , S_1 , dan S_s yang telah diperoleh dibaca pada **Tabel 2.8** faktor amplifikasi

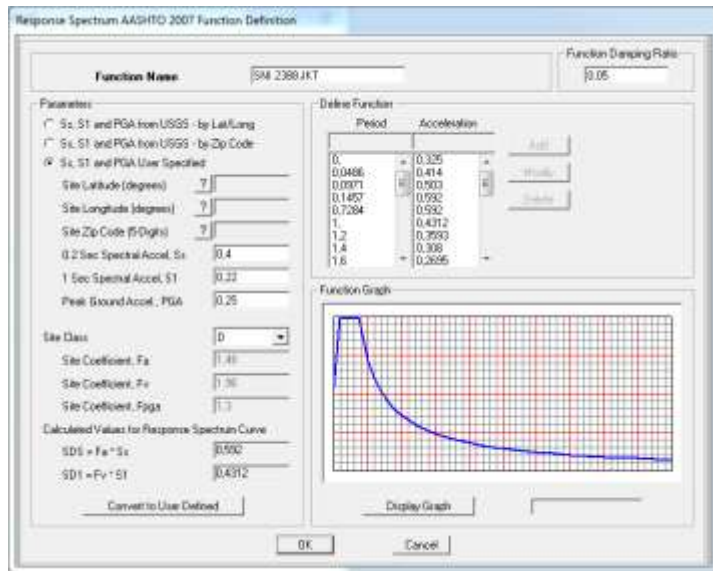
periode 1 detik dan 0,2 detik (FPGA/FA) dan **Tabel 2. 9** nilai faktor amplifikasi untuk periode 1 detik (Fv) untuk situs tanah sedang (SD) diperoleh hasil sebagai berikut :

- Nilai F_{PGA} adalah 1,25
- Nilai F_a adalah 1,48
- Nilai F_v adalah 1,85
- Menentukan Parameter Spektral A_s , S_Ds dan S_{D1}
 - $A_s = F_{PGA} \times PGA$
 $= 1,25 \times 0,275$
 $= 0,344$
 - $S_{DS} = F_a \times S_s$
 $= 1,48 \times 0,4$
 $= 0,592$
 - $S_{D1} = F_v \times S_1$
 $= 1,85 \times 0,275$
 $= 0,509$
 - $T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$
 $= 0,2 \frac{0,509}{0,592}$
 $= 0,1719$
 - $T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$
 $= \frac{0,509}{0,592}$
 $= 0,8594$

Dari hasil perhitungan parameter spektra dapat digambarkan dalam sebuah grafik respon spektrum seperti dalam Gambar 4. 11



Gambar 4. 11 grafik respon spektrum



Gambar 4. 12 permodelan respon spektrum pada SAP2000

4.5 Perencanaan Prategang U-girder

Dalam tugas akhir ini prategang direncanakan menggunakan tendon/kabel jenis strand *seven wire stress*

relieved (7 kawat untai) dengan mengacu pada tabel OVM.

Tabel 4. 2 jenis dan karakteristik tendon OVM u-girder

Main Data											
Type	13mm (0.5")				15mm (0.6")				18mm	22mm	28mm
Designation	prEN 10138-3 (2006) Y1860S7	ASTM A421-06 Grade 270	48/7 5224-2003		prEN 10138-3 (2006) Y1860S7	ASTM A421-06 Grade 270	68/7 5224-2003		AS 03534 -2008	AS 03534 -2008	AS 03534 -2008
Nom. Dia. (mm)	12.5	12.8	12.7	12.7	15.3	15.7	15.34	15.2	17.8	21.8	28.6
Nom. Cross Section (mm ²)	99	100	98.7	98.7	140	150	140	140	208.4	312.9	532.4
Nom. Mass (kg/m)	0.736	0.761	0.773	0.773	1.093	1.172	1.102	1.101	1.652	2.482	4.229
Nom. Yield Strength (MPa)	1634	1640	1675		1636	1640	1676				
Nom. Tensile Strength (MPa)	1860	1860	1860	1860	1860	1860	1860	1860			
Min. Breaking Load (kN)	173	186	183.7	184	260	279	260.7	260	387	573	949
Young's Modulus (GPa)	Approx. 195										
Relaxation after 1,000h at 20 °C at 70% breaking load	Max. 2.5										

Berikut jenis dan karakteristik tendon yang digunakan

Diameter = 15,24 mm

Luas nominal (A_{ps}) = 140 mm²

Minimum breaking load = 260,7 kN

Modulus elastisitas (E_s) = 200.000 MPa.

Berdasarkan pada tabel spesifikasi tendon OVM
tegangan maksimum yang diperbolehkan sebesar 0,75 F_{pu}

Untuk 1 strand diameter 15,24 mm

$$F_0 = 0,75 \times F_{pu}$$

$$= 0,75 \times 260,7 \text{ kN}$$

$$= 195,525 \text{ kN}$$

Tegangan untuk 1 strand diameter 15,24 mm

$$\begin{aligned}
 f_s &= \frac{F_0}{A_{ps}} \\
 &= \frac{195,525 \text{ kN}}{140 \text{ mm}^2} \\
 &= 1396,61 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

4.5.1 Permodelan Struktur U-girder pada SAP2000

Input gaya prategang u-girder pada SAP2000

Tabel 4. 3 input gaya prategang pada U-girder pada SAP2000

Jumlah Stand	P (kN)
3	586,575
4	782,1
5	977,625
9	1759,725
11	2150,775

Tendon Section Data

Tendon Section Name POST TENSION

Section Notes Modify/Show...

Tendon Modeling Options For Analysis Model

☒ Model Tendon as Loads

☐ Model Tendon as Elements

Tendon Parameters

Prestress Type Post Tension

Material Property + A416Gr270

Tendon Properties

☐ Specify Tendon Diameter 28,6608

☒ Specify Tendon Area 645,16

Torsional Constant 66245,29

Moment of Inertia 33122,64

Shear Area 580,644

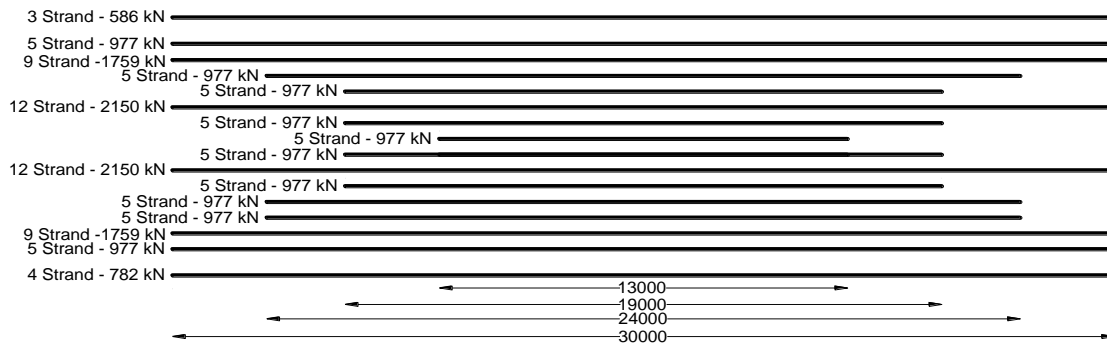
Units

N, mm, C

Display Color Yellow

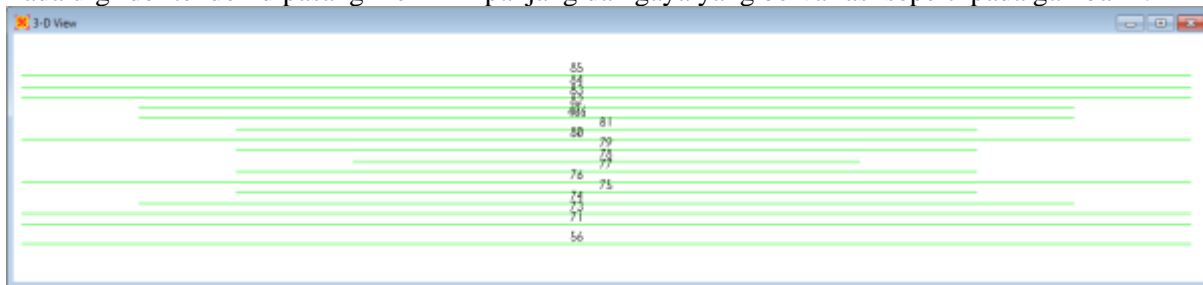
OK Cancel

Gambar 4. 13 data postension u-girder pada SAP2000



Gambar 4. 14 layout pemasangan tendon dan jumlah strand pada u-girder

Pada u-girder tendon dipasang memiliki panjang dan gaya yang bervariasi seperti pada gambar 4.14



Gambar 4. 15 permodelan tendon u-girder pada SAP2000

Tendon Data For Line Object 76

Point ID	Segment Type From Point (n - 1) to Point(n)	X Coord m	Y Coord m	Z Coord m
2	Linear	30.	-7.485	-1.49
1	Start of Tendon	0.	-7.485	-1.49
2	Linear	30.	-7.485	-1.49

Notes: 1. Parabolic and circular "intermediate point" segments use points (n-1), (n) and (n+1).
2. Parabolic and circular "end point" segments use points (n-2), (n-1) and (n).

Tendon Layout Display

Double Click Picture For Expanded Display

Mouse Pointer Location

Distance X Y Z

Tendon Layout Display Options:

☒ Show X-Y Axes
☐ Show X-Z Axes
☐ Show Y-Z Axes

Snap Option

☐ No Snap
☒ Snap To Tendon

Units:

Kgf. m. C

Move

Move Tendon...

Tendon End Point Objects

End 29327
End 29328

Tendon Section

POST TENSII Add Show

Tendon Loads

Yes, 1 Add Show

Tendon Local Axes Angle

0. Modify

Max. Tendon Discretization

Length 1.524

Group Loaded By Tendon

ALL

Coordinate System

GLOBAL

OK Cancel

Gambar 4. 16 permodelan data tendon u-girder pada SAP2000

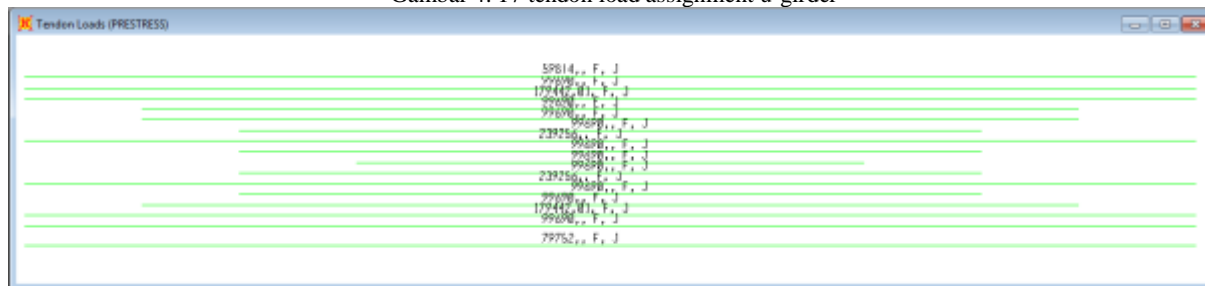
Tendon Load Assignment Data For Line Object 76

Tabular Data	
Load Pattern	PRESTRESS
Load Type	Force
Jack From This Location	Both Ends
Tendon End Force (KN)	2346,2999
Tendon End Stress (KN/m ²)	
Curvature Coefficient (Unitless)	0,15
Wobble Coefficient (1/m)	3,281E-03
Anchorage Set Slip (m)	6,350E-03
Loss - Elastic Shortening Stress (KN/m ²)	20684,274
Loss - Creep Stress (KN/m ²)	34473,79
Loss - Shrinkage Stress (KN/m ²)	48263,31
Loss - Steel Relaxation Stress (KN/m ²)	34473,79

Units:
 KN, m, C

Done

Gambar 4. 17 tendon load assignment u-girder



Gambar 4. 18 gaya pratekan u-girder yang terpasang

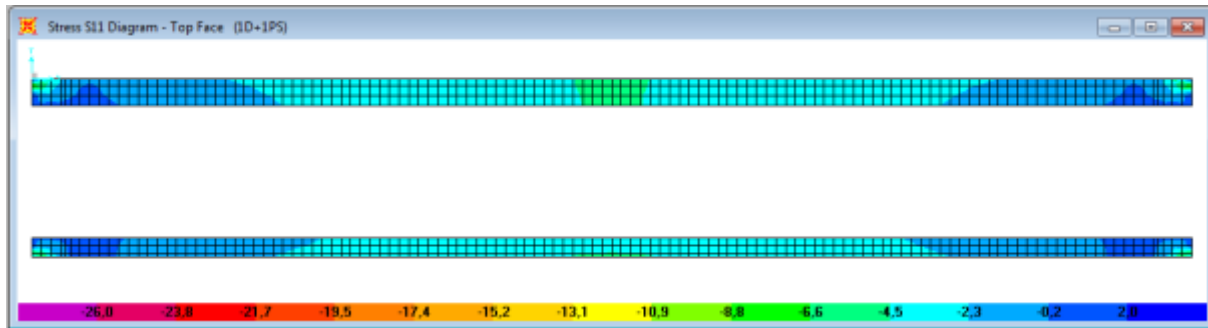
4.5.2 Kontrol Tegangan

Berdasarkan perhitungan tegangan ijin beton pada saat transfer dan layan didapatkan hasil sebagai berikut :

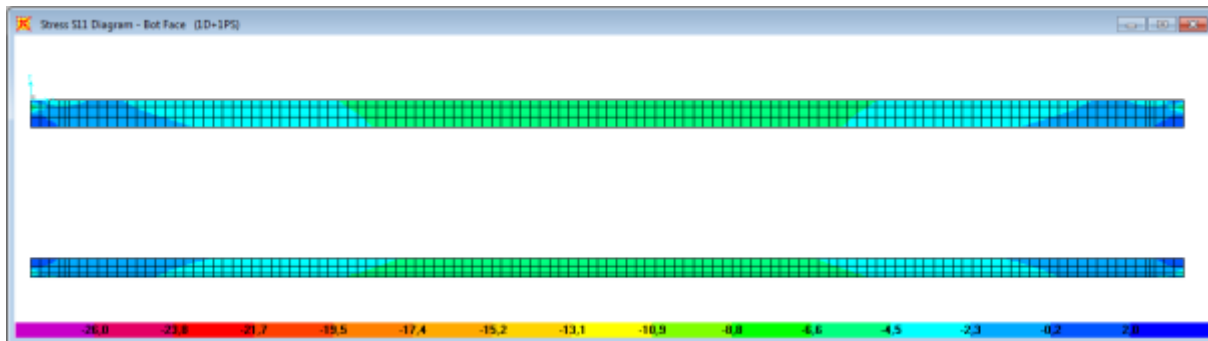
- Tegangan ijin kondisi transfer
 - σ tekan = 26,4 MPa
 - σ tarik = 1,66 MPa
- Tegangan ijin kondisi layan
 - σ tekan = 22,5 MPa
 - σ tarik = 3,53 MPa

Diagram tegangan hasil tendon yang terpasang ditunjukkan pada gambar 4. 25 sampai gambar 4. 30. Dari gambar diagram tersebut diketahui bahwa tegangan pada saat transfer yang dihasilkan tidak melebihi batas tekan dan batas tarik beton pratekan pada saat transfer yaitu -26,4 MPa dan 1,66 MPa.

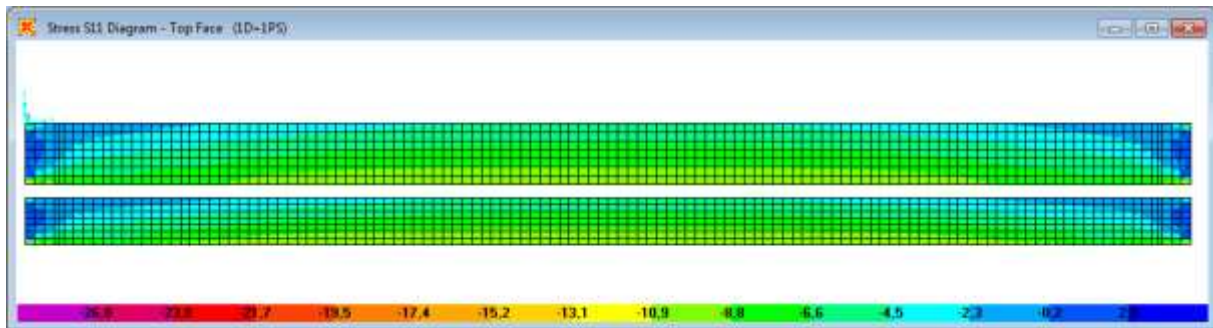
Diagram tegangan hasil tendon yang terpasang ditunjukkan pada gambar 4.31 sampai gambar 4.36. Dari gambar diagram tersebut diketahui bahwa tegangan pada kondisi layan yang dihasilkan tidak melebihi batas tekan dan batas tarik beton pratekan pada saat transfer yaitu -22,5 MPa dan 3,53 MPa



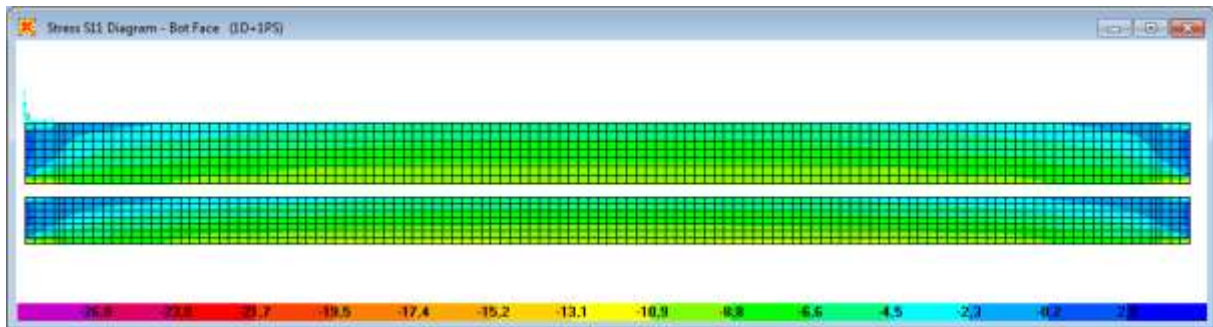
Gambar 4. 19 diagram tegangan *top face* pada slab atas kondisi transfer (satuan N,mm,C)



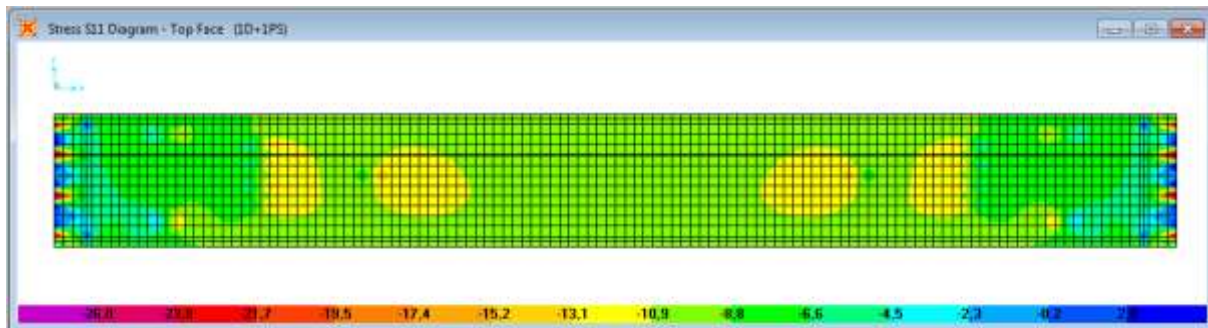
Gambar 4. 20 diagram tegangan *bottom face* pada slab atas kondisi transfer (satuan N,mm,C)



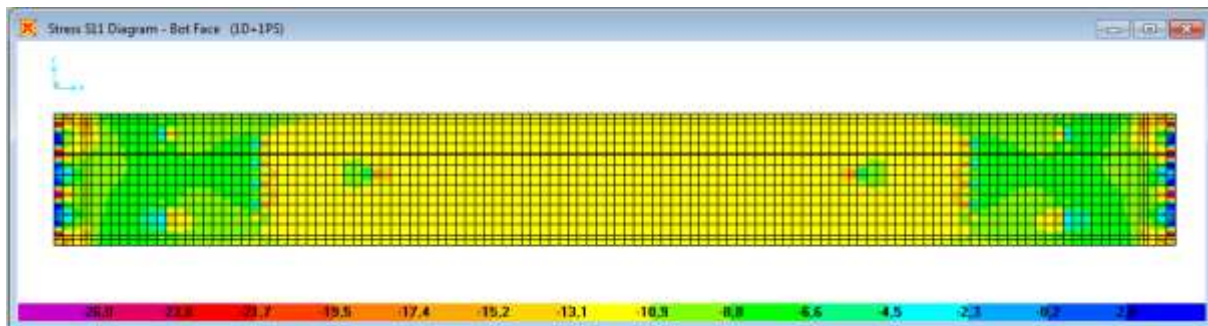
Gambar 4. 21 diagram tegangan *top face* pada web slab kondisi transfer (satuan N,mm,C)



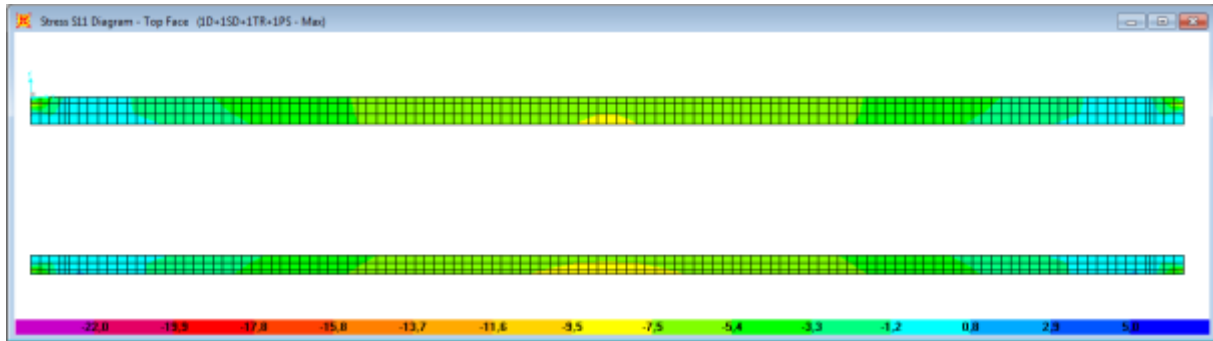
Gambar 4. 22 diagram tegangan *bottom face* pada web slab kondisi transfer (satuan N,mm,C)



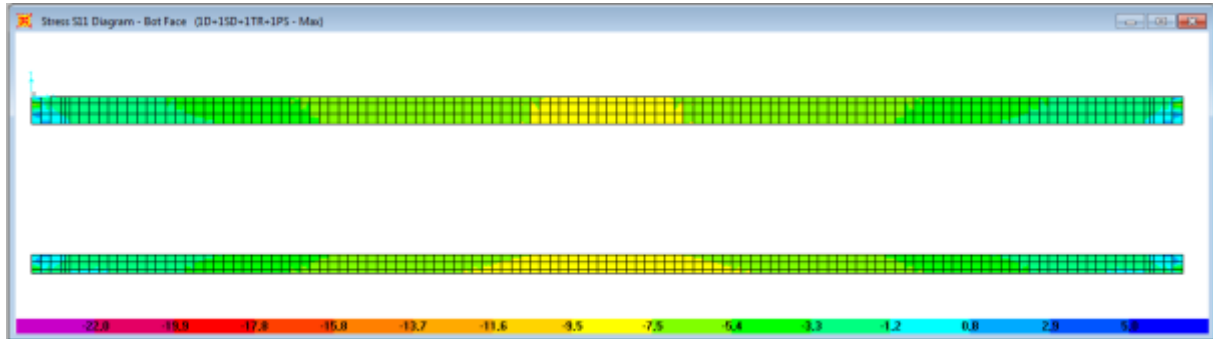
Gambar 4. 23 diagram tegangan *top face* pada slab bawah kondisi transfer (satuan N,mm,C)



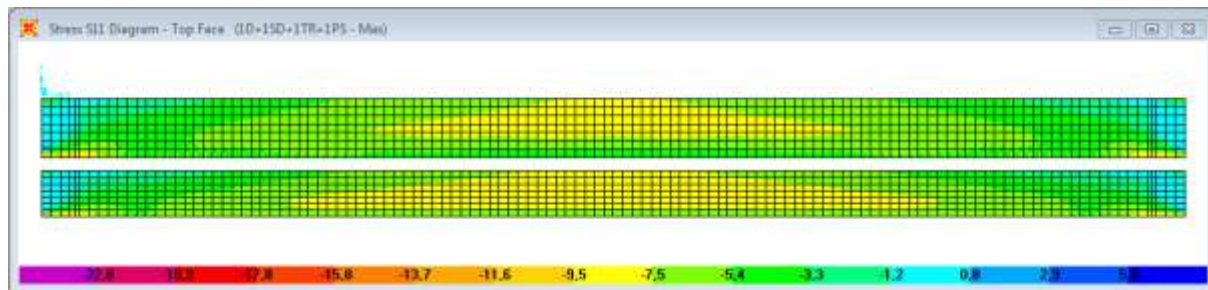
Gambar 4. 24 diagram tegangan *bottom face* pada slab bawah kondisi transfer (satuan N,mm,C)



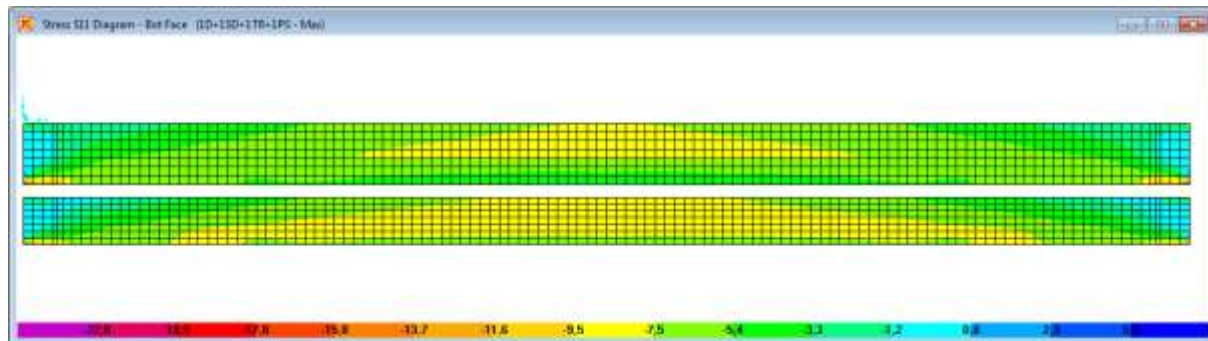
Gambar 4. 25 diagram tegangan *top face* pada slab atas saat kondisi layan (satuan N,mm,C)



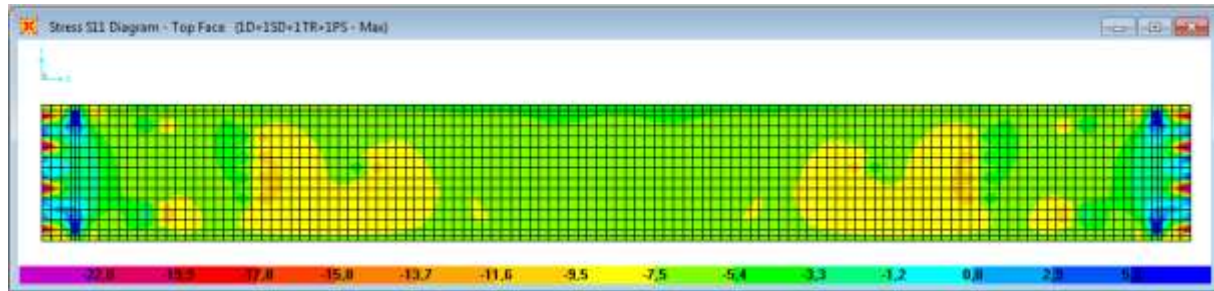
Gambar 4. 26 diagram tegangan *bottom face* pada slab atas saat kondisi layan (satuan N,mm,C)



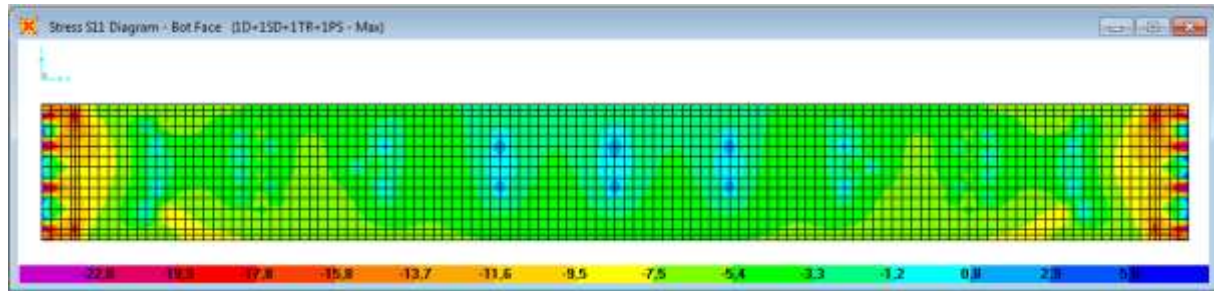
Gambar 4. 27 diagram tegangan *bottom face* pada web atas kondisi layan (satuan N,mm,C)



Gambar 4. 28 diagram tegangan *bottom face* pada web atas kondisi layan (satuan N,mm,C)



Gambar 4. 29 diagram tegangan *top face* pada slab bawah kondisi layan (satuan N,mm,C)



Gambar 4. 30 diagram tegangan *bottom face* pada slab bawah kondisi layan (satuan N,mm,C)

4.5.3 Kehilangan Prategang pada U-girder

Kehilangan gaya pratekan (*loss of prestress*) akan terjadi pada dua tahap yaitu pada saat:

1. Segera setelah peralihan gaya pratekan ke penampang beton, yang meliputi :
 - Perpendekan elastis (ES)
 - Gesekan kabel dan *wooble effect*
 - Slip anker
2. Pada saat service/beban kerja, yang meliputi :
 - Rangkak beton (CR)
 - Susut beton (SH)
 - Relaksasi baja (RE)
- a. Kehilangan prategang akibat perpendekan elastis beton (ΔES)

Untuk sistem pascatarik beton memendek saat tendon diangkurkan terhadap beton, karena gaya pada kabel dihitung setelah perpendekan elastis terhadap beton terjadi. Jika tendon yang dimiliki lebih dari satu, tendon-tendon tersebut ditarik secara berurutan, maka gaya prategang secara bertahap bekerja pada tendon.

$$\Delta ES = \frac{E_s}{E_{ci}} \cdot F_{cir} \cdot n$$

$$E_s = 200.000 \text{ MPa}$$

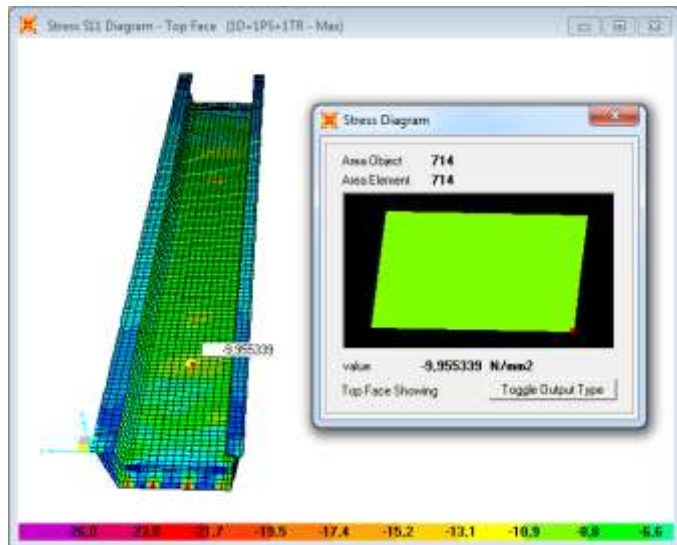
$$E_{ci} = 4700 \sqrt{f_{c1}}$$

$$= 4700 \sqrt{50 \text{ MPa}}$$

$$= 33234 \text{ MPa}$$

$$f_{cir} = 9,955 \text{ (output SAP2000)}$$

$$n = 0,5 \text{ (post-tension)}$$



Gambar 4. 31 output SAP2000 nilai fcir pada u-girder

$$\begin{aligned}
 \Delta ES &= \frac{E_s}{E_{ci}} \cdot F_{cir} \cdot n \\
 &= \frac{200.000 \text{ MPa}}{33234 \text{ MPa}} \cdot 9,955 \text{ MPa} \cdot 0,5 \\
 &= 29,954 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

b. Gesekan kabel dan *wooble effect*

Pada saat dilakukan stressing (Penarikan Kabel Prategang) dengan menggunakan Dongkrak *Jack Hidrolic*. Kabel Prategang mengalami kehilangan sebagian gaya Prategang yang diakibatkan oleh gesekan kabel dan efek kelengkungan Tendon, sehingga tegangan yang ada pada tendon atau kabel prategang menjadi lebih kecil dari pada bacaan pada alat *pressure gauge*. Sehingga perlu dihitung besar kehilangan Gaya Prategangnya. Kehilangan akibat gesekan ini dapat dipertimbangkan pada dua bagian yaitu pengaruh panjang dan kelengkungan sehingga dapat dijelaskan

sebagai pengaruh naik turunnya kabel (*wobbling effect*) dan tergantung dari panjang dan tegangan tendon serta koefisien gesekan antara bahan yang bersentuhan. Gesekan antara kabel dengan *duct* yang menyebabkan besarnya tarikan pada bahan ujung.

$$\frac{F_2 - F_1}{F_1} = -KL - \mu\alpha$$

Dimana :

K = Koefisien wobble (Tabel 2.11)

L = Panjang Bersih Balok (m)

μ = Koefisien kelengkungan (Tabel 2.11)

α = Sudut pusat tendon (L/R)

Panjang tendon, L = 30 m

Sudut kelengkungan, $\alpha \approx 0$

Dengan mengambil nilai rata rata tabel Tabel 2. 11 untuk strand dengan untai 7 kawat, didapat nilai k = 0,0041 dan nilai $\mu = 0,2$

$$\frac{F_2 - F_1}{F_1} = -KL - \mu\alpha$$

$$\frac{F_2 - F_1}{F_1} = -0,0041 \times \frac{30}{2} - 0,2 \times 0$$

$$= -0,0615$$

$$\Delta fs1 = \frac{F_2 - F_1}{F_1} \cdot fpi$$

$$\Delta fs1 = -0,0615 \times 1395 \text{ MPa}$$

$$\Delta fs1 = 85,7925 \text{ MPa}$$

c. Kehilangan prategang akibat slip angkur ($\Delta fs2$)

Pada sistem pascatarik setelah kabel ditarik kemudian dilepas, panjang tarikan akan lebih kecil, karena terjadi slip pada angkur saat Hidraulic dilepaskan, artinya ada kehilangan gaya pratekan akibat slip yang terjadi pada angkur. Besarnya slip tergantung pada jenis angkur yang

terbentuk baji (wedge) dan tegangan pada kabel. Rata-rata slip yang terjadi sebesar 2,5mm (*TY. Lin*).

Panjang tendon, $L = 30 \text{ m}$

Tegangan tendon

$$ANC = \Delta f_s = \frac{\Delta a E_s}{L}$$

$$ANC = \Delta f_s = \frac{2,5 \times 20.0000}{30000}$$

$$ANC = 16,667 \text{ MPa}$$

- d. Kehilangan gaya prategang akibat rangkak beton (CR)
Salah satu sifat beton adalah dapat mengalami tambahan regangan akibat beban tetap (mati) seiring dengan semakin bertambahnya waktu. Metode umum untuk memperhitungkan rangkak pada beton adalah dengan memasukkan kedalam perhitungan hal-hal berikut ini : Perbandingan volume terhadap permukaan, umur beton pada saat prategang, kelembaban relatif dan jenis beton (beton ringan atau normal). Kehilangan gaya prategang akibat rangkak untuk komponen struktur dengan tendon terekat dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (untuk beton dengan berat normal) :

$$CR = K_{CR} \cdot \frac{E_s}{E_c} (f_{cir} - f_{cds})$$

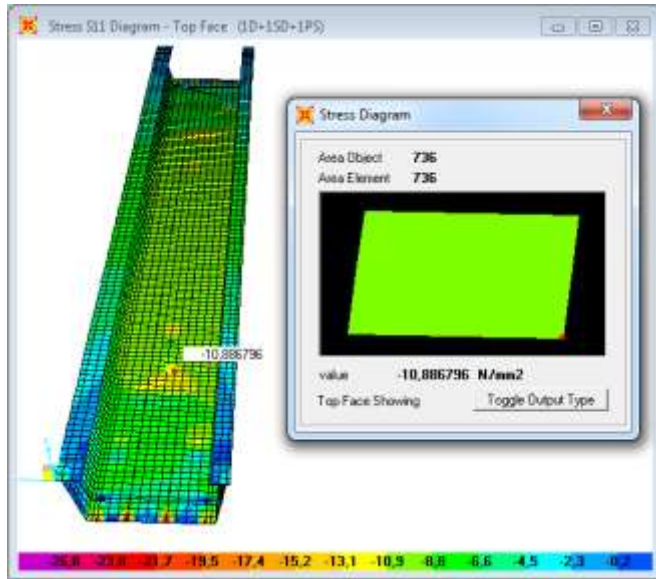
$K_{cr} = 1,6$ untuk komponen struktur pasca tarik

f_{cds} = tegangan beton pada titik berat tendon akibat seluruh beban mati yang bekerja pada komponen struktur setelah diberi gaya prategang (*output SAP2000* Gambar 4. 38)

f_{cir} = tegangan beton pada garis berat baja (c.g.s) akibat gaya prategang yang efektif segera setelah gaya prategang telah dikerjakan pada beton (*output SAP2000*)

E_s = Modulus elastisitas tendon prategang

E_c = Modulus elastisitas beton umur 28 hari



Gambar 4. 32 output SAP2000 nilai f_{cds} pada u-girder

$$CR = K_{CR} \cdot \frac{E_S}{E_C} (f_{cir} - f_{cds})$$

$$= 1,6 \times \frac{200000}{33234} \times (9,95 - 10,88) = 8,912$$

- e. Kehilangan gaya prategang akibat susut beton

Susut pada beton dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti rangkai, perbandingan antara volume dan permukaan, kelembaban relatif, dan waktu dari akhir perawatan sampai dengan bekerjanya gaya prategang. Persamaan yang dipakai dalam memperhitungkan kehilangan pratekan akibat susut pada beton adalah :

$$SH = 8,2 \cdot 10^{-6} \times K_{SH} \times E_S \times \left(1 - 0,6 \times \frac{V}{S}\right) \times (100\% - RH)$$

$K_{sh} = 0,77$ (Tabel 2.12 dengan asumsi dilakukan 7 hari setelah selesainya perawatan basah)

$V = \text{volume (mm}^3\text{)}$

$$\begin{aligned}
 &= 1855414 \text{ mm}^2 \times 30000 \text{ mm} \\
 &= 55.662.427.014 \text{ mm}^3 \\
 S &= \text{Keliling balok (mm)} \\
 &= 15684,05 \text{ mm} \\
 V/S &= 3548982,99 \text{ mm}^2 \\
 RH &= \text{Kelembaban udara rata-rata diambil } 80 \% \\
 SH &= 8,2 \cdot 10^{-6} \times K_{SH} \times E_S \times \left(1 - 0,6 \times \frac{V}{S}\right) \times (100\% - RH) \\
 &= 8,2 \cdot 10^{-6} \times 0,77 \times 200000 \times (1 - 0,77 \times 3,5m^2) \times (100\% - 80\%) \\
 &= 28,52 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

- f. Kehilangan gaya prategang akibat relaksasi baja
 Sebenarnya balok pratekan mengalami perubahan regangan baja yang konstan di dalam tendon bila terjadi rangkai yang tergantung pada waktu. Akibat perpendekan elastis (ES), serta kehilangan gaya pratekan yang tergantung pada waktu yaitu CR dan SH, maka akan mengakibatkan terjadi pengurangan yang kontinu pada tegangan tendon. Oleh karena itu untuk memperkirakan kehilangan gaya pratekan akibat pengaruh tersebut digunakan perumusan sebagai berikut:

$$RE = (K_{re} - J(SH + CR + ES)) \times C$$

Dimana tendon yang dipakai adalah tipe strand atau kawat *stress relieved* derajat 1395,67 MPa. Sehingga didapatkan data sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 K_{re} &= 138 \text{ Mpa (Tabel 2.14)} \\
 J &= 0,15 \text{ (Tabel 2.14)} \\
 C &= 1,45 \text{ (Tabel 2. 13)} \\
 RE &= (138 - 0,15 (28,52 + 8,91 + 29,95)) \times 1,45 \\
 RE &= 185,44 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

- g. Kehilangan Gaya Prategang Total
 Berdasarkan T.Y Lin hal kehilangan prategang total pada beton pretension maks 20 %
 Kehilangan total = ES + CR + SH + RE

$$\begin{aligned}
 &= 29,95 + 8,91 + 28,52 + 185,44 \\
 &= 252,82 \text{ MPa} \\
 \% \text{ Kehilangan total} &= \frac{252,82 \text{ MPa}}{1395 \text{ MPa}} \times 100\% \\
 &= 18,12\% < 20\% \text{ (memenuhi syarat)}
 \end{aligned}$$

4.5.4 Kontrol Momen Crack dan Momen Batas U-girder

a. Kontrol Momen Retak

Momen yang menghasilkan retak-retak rambut pertama pada balok beton prategang dihitung dengan teori elastik, dengan menganggap bahwa retak mulai terjadi saat tegangan tarik pada serat terluar beton mencapai modulus keruntuhannya. Modulus keruntuhan merupakan ukuran permulaan retak-retak rambut yang seringkali tidak terlihat oleh mata telanjang. Tegangan tarik yang lebih besar dari modulus diperlukan untuk menghasilkan retak-retak yang terlihat. Pada kondisi beton telah mengalami retak akibat beban berlebihan, susut atau sebab-sebab lainnya, maka retak-retak dapat terlihat pada tegangan tarik yang terkecil (Lin & Burns, 1982)

Dengan menggunakan analisa elastik beton prategang, perumusan momen retak adalah sebagai berikut:

$$M_{cr} = F \left(e + \frac{r^2}{y} \right) + \frac{f_r I}{y}$$

M_{cr} = Momen Retak (KNm)

e = Eksentrisitas c.g.s terhadap c.g.c (m)

r^2 = Rasio perbandingan Inersia terhadap luas penampang yang ditinjau (m^2)

y = jarak c.g.c terhadap serat terluar (m)

f_r = Modulus keruntuhan (MPa)

Balok memenuhi syarat retak jika momen yang bekerja padanya tidak melampaui momen retak tahanan balok. Perhitungan kontrol momen retak tahanan balok

dilakukan pada saat pelaksanaan pada daerah tumpuan dan lapangan.

$$\begin{aligned} f_r &= 0,62 \times \sqrt{f_c} \\ &= 0,62 \times \sqrt{50 \text{ MPa}} \\ &= 4,38 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$F_{se} = 159,9 \text{ kN}$$

$$y = 0,63 \text{ m}$$

$$e = 0,51 \text{ m}$$

$$r^2 = 0,35 \text{ m}^2$$

$$I = 0,66 \text{ m}^4$$

$$M_{\text{tot}} = 80,75 \text{ kNm (output SAP2000)}$$

Perhitungan Momen Crack

$$M_{cr} = F \left(e + \frac{r^2}{y} \right) + \frac{f_r I}{y}$$

$$M_{cr} = 159,9 \left(0,51 + \frac{0,35}{0,63} \right) + \frac{4,38 \times 0,6}{0,63}$$

$$M_{cr} = 176,45 \text{ kNm}$$

Syarat :

$$\begin{aligned} M_{\text{tot}} &\leq M_{cr} \\ 80,75 \text{ kNm} &\leq 176,45 \text{ kNm} \\ &\text{(Memenuhi Syarat)} \end{aligned}$$

b. Kontrol Momen Batas

Momen tahanan batas pada gir yang akan dianalisa dengan prinsip kesetimbangan statis aksial (kopel), dimana besarnya gaya tekan batas beton (C) bernilai sama dengan gaya tarik batas pada (T), dengan menghitung lengan momen antara gaya C dan T maka akan didapatkan nilai momen batas, (M_u), SNI T-12-2004 Pasal 4.5.1 faktor reduksi terhadap lentur dapat diambil 0,8. Berikut persamaan yang digunakan untuk perhitungan momen batas.

$$M_u = \phi \left(T \left(d - \frac{a}{2} \right) \right)$$

Dengan

$$a = \frac{T}{0,85 \cdot f_c' \cdot b_w}$$

M_u = Momen batas/ultimate (KNm)

T = Gaya Prategang efektif (KN)

d = Tinggi efektif penampang (m)

ϕ = Faktor reduksi lentur (0,8)

b_w = Lebar serat tekan pada penampang (m)

f_{ci}' = 44 MPa

T = 159,9 kN

b_w = 4,6 m

d = 1,75 m

M_{tot} = 80,75 kNm

Perhitungan tinggi tegangan tekan beton

$$a = \frac{159,9}{0,85 \times 44 \times 4,6} = 0,92$$

Perhitungan Kemampuan Penampang

$$M_u = \phi \left(T \left(d - \frac{a}{2} \right) \right)$$

$$M_u = 0,8 \left(159,9 \left(1,75 - \frac{0,92}{2} \right) \right)$$

$$M_u = 164,41 \text{ kNm}$$

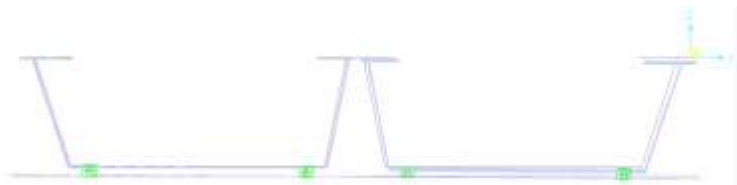
Syarat

$$\begin{array}{rcl} M_{tot} & \leq & M_u \\ 80,75 \text{ kNm} & \leq & 164,41 \text{ kNm} \end{array}$$

(Memenuhi Syarat)

4.6 Kontrol Lendutan

Lendutan pada saat beban penuh adalah lendutan jangka panjang akibat kombinasi beban ijin baik beban prategang, beban mati maupun beban hidup. Lendutan tersebut tidak boleh melampaui lendutan yang di ijinakan. Berdasarkan RSNI T-12-2004 lendutan tidak boleh melampaui $L/800$.



Gambar 4. 35 *displacement* yang terjadi pada u-girder



Gambar 4. 36 *displacement* yang terjadi sebesar 36mm

4.8 Penulangan U-girder

a. Tulangan Utama

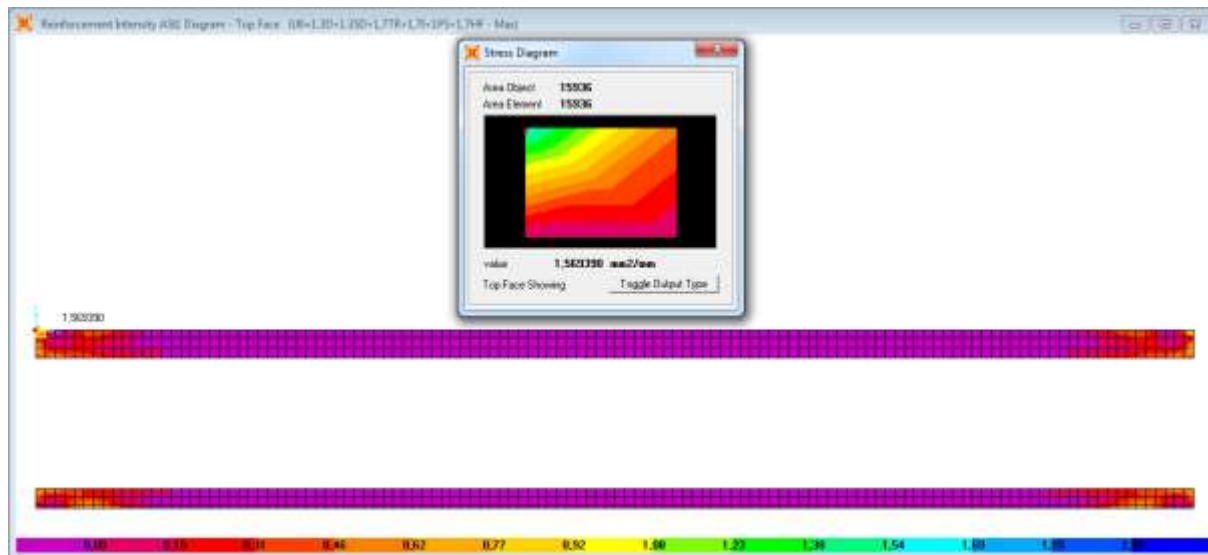
Dari pemodelan tersebut didapatkan data Ast1 dan Ast2 sebagai dasar perhitungan penulangan u-girder.

Tabel 4. 4 penulangan u-girder tumpuan

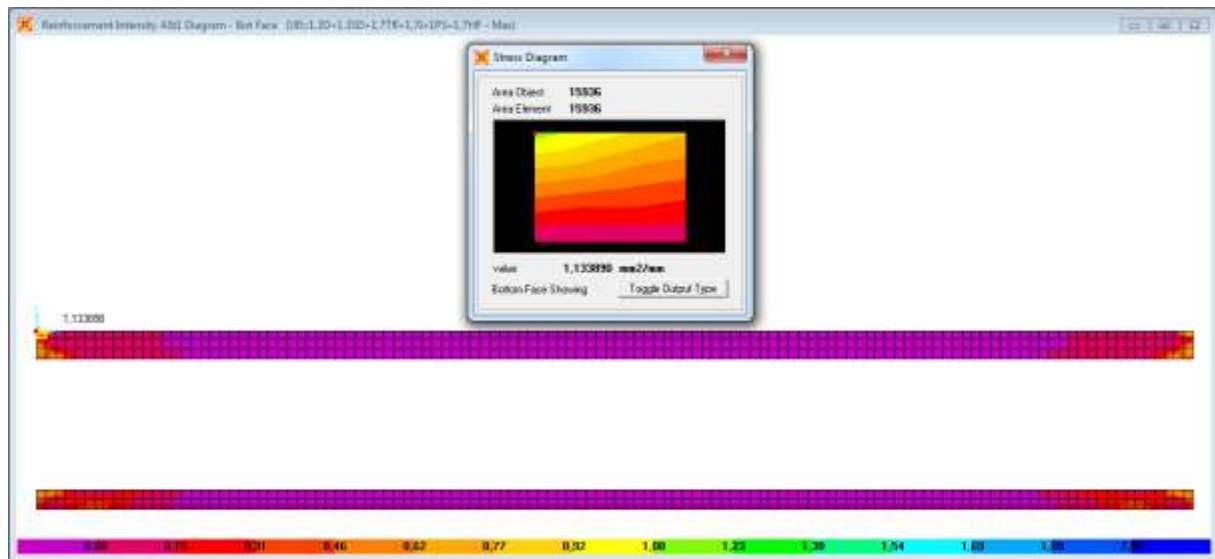
PELAT		0 m - 4 m			
		As perlu	D	jarak	As terpasang
		mm ² /m	mm	mm	mm ² /m
Atas	Mem	1596	16	125	1608
	Mel	1204	16	125	1608
Ddg Kiri	Mem	3199	22	100	3801
	Mel	6579	29	100	6605
Ddg Kanan	Mem	3065	22	100	3801
	Mel	6358	29	100	6605
Bawah	Mem	5473	29	100	6605
	Mel	6375	29	100	6605

Tabel 4. 5 penulangan u-girder lapangan

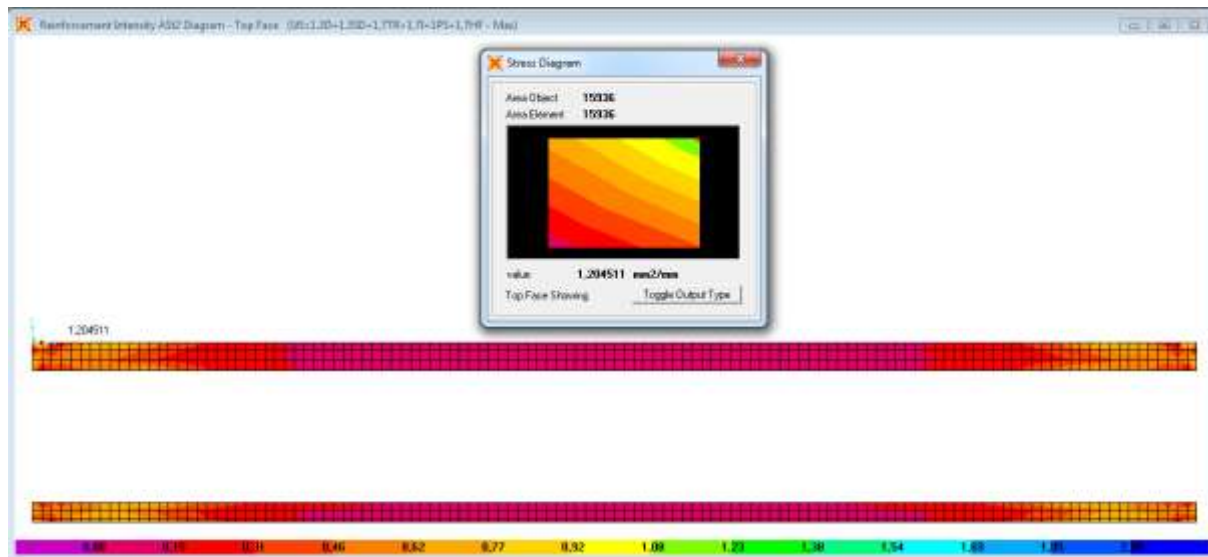
PELAT		4 m - 26 m			
		As perlu	D	jarak	As terpasang
		mm ² /m	mm	mm	mm ² /m
Atas	Mem	-	16	125	1608
	Mel	-	16	125	1608
Ddg Kiri	Mem	2064	22	125	3041
	Mel	2556	19	100	2835
Ddg Kanan	Mem	581	19	100	2835
	Mel	2556	19	100	2835
Bawah	Mem	3491	25	100	4909
	Mel	3989	25	100	4909



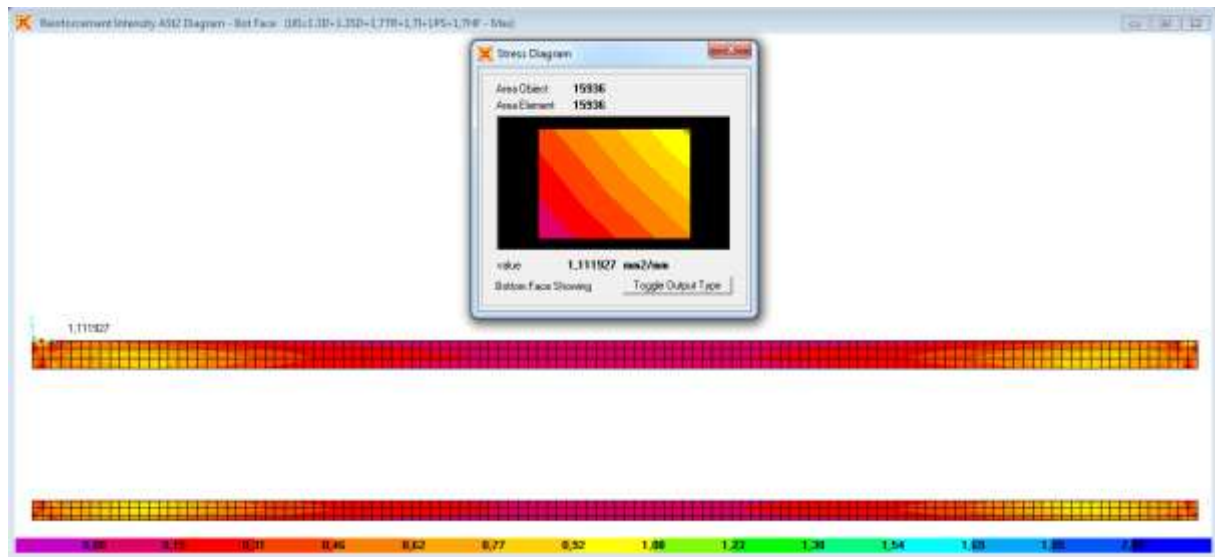
Gambar 4. 37 AS11 topface pada u-girder top left output SAP2000



Gambar 4. 38 ASd1 bottomface pada u-girder top left output SAP2000

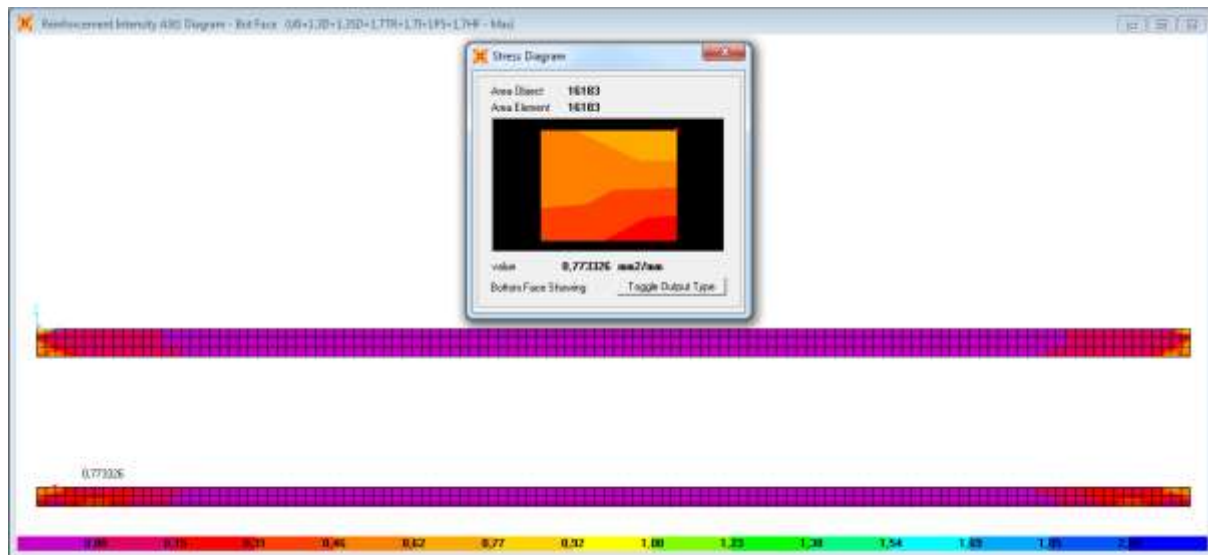


Gambar 4. 39 Ast2 topface pada u-girder top left output SAP2000

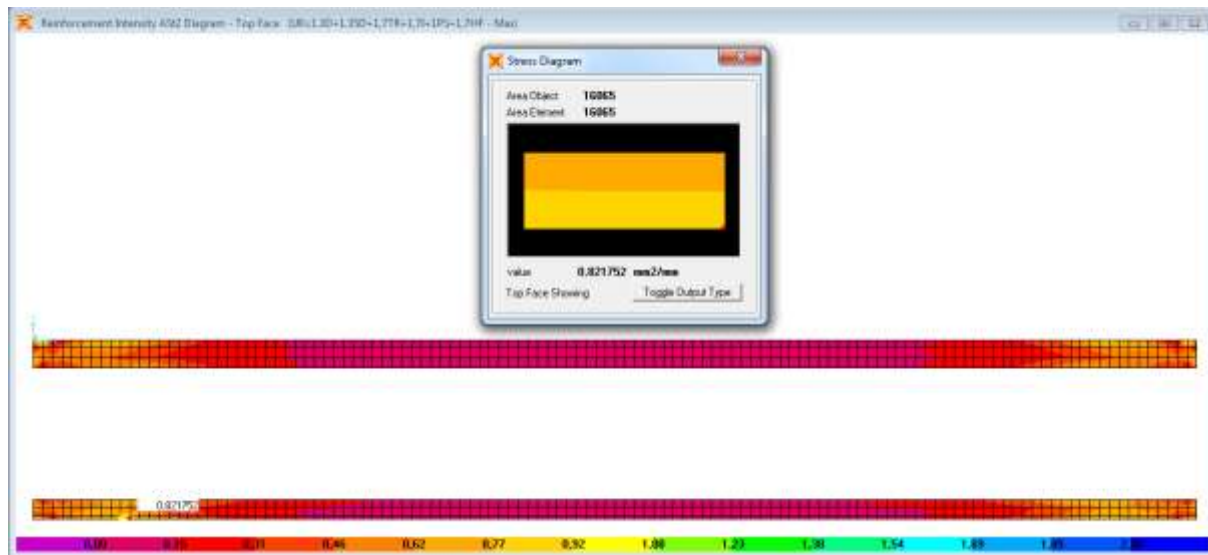


Gambar 4. 40 AS2 bottomface pada plat girder top output SAP2000

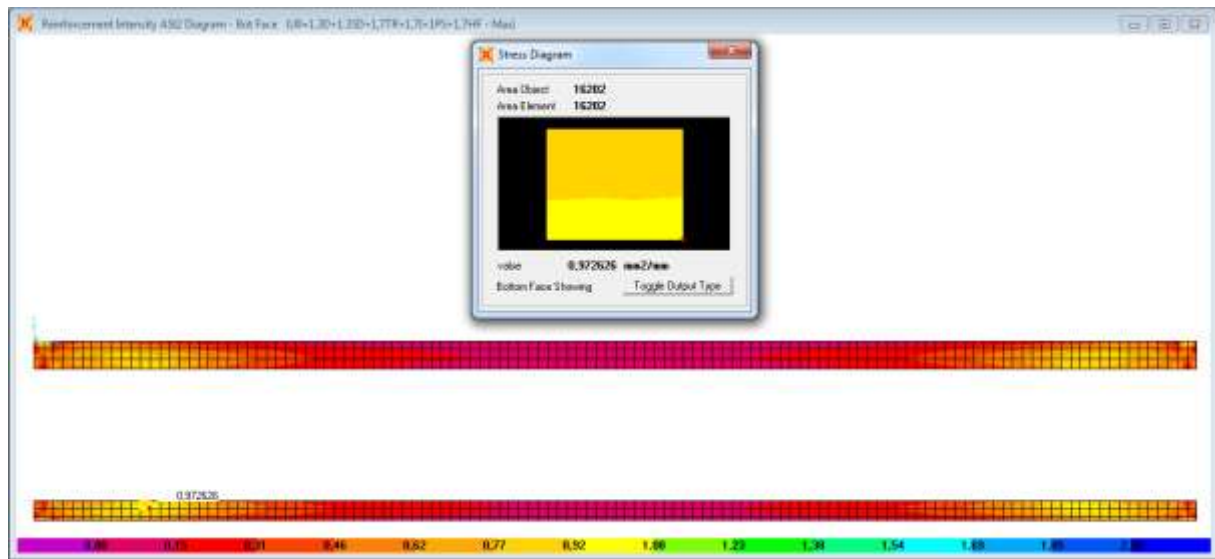
Gambar 4. 41 Ast1 topface pada u-girder top right output SAP2000



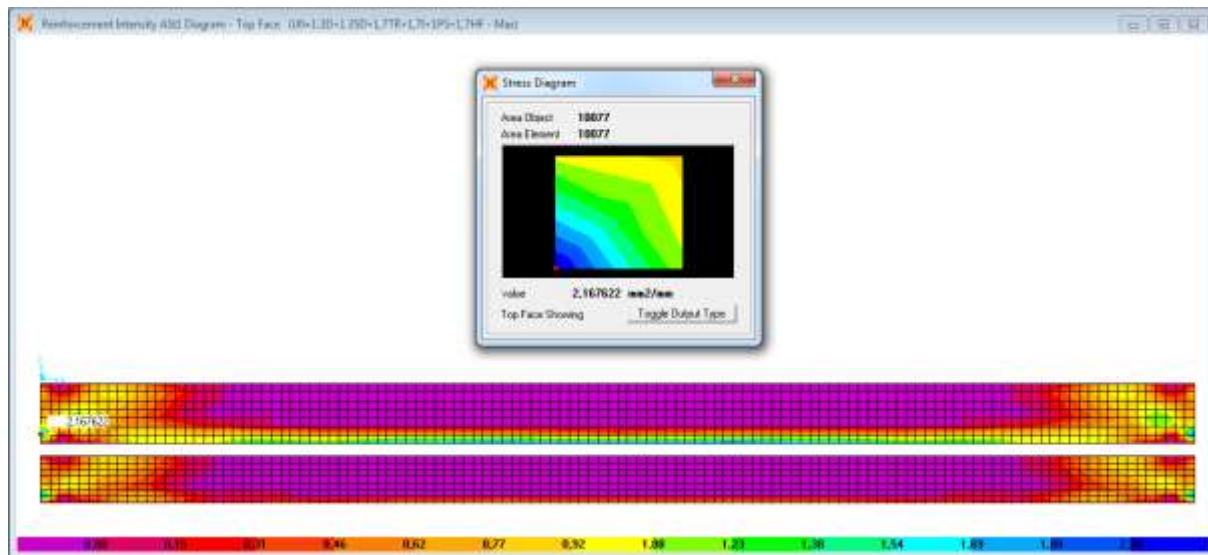
Gambar 4. 42 Ast1 bottomface pada u-girder top right output SAP2000



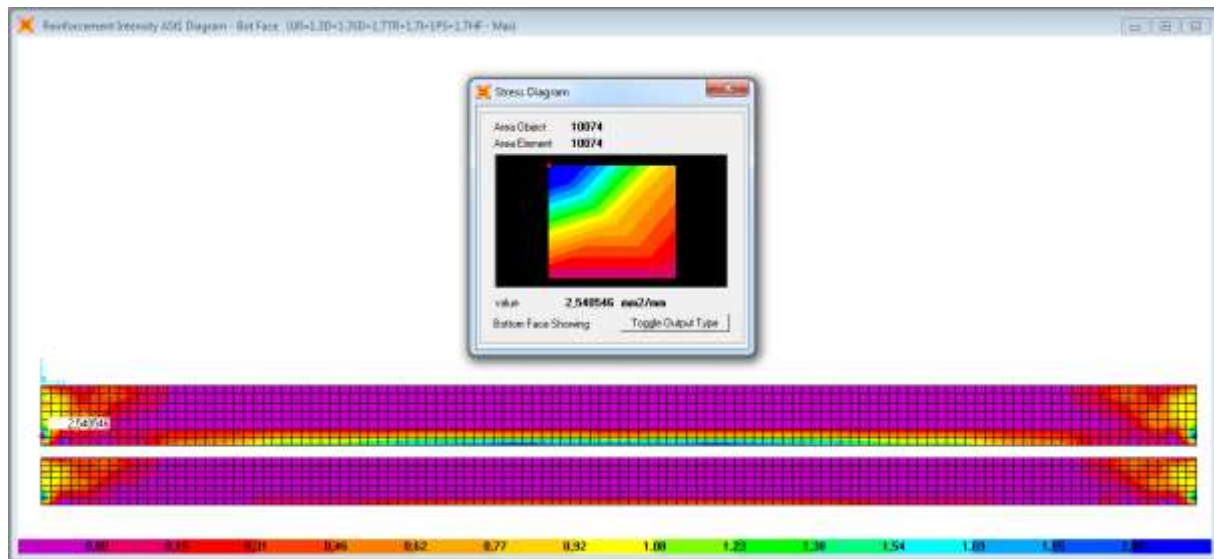
Gambar 4. 43 Ast2 topface pada u-girder top right output SAP2000



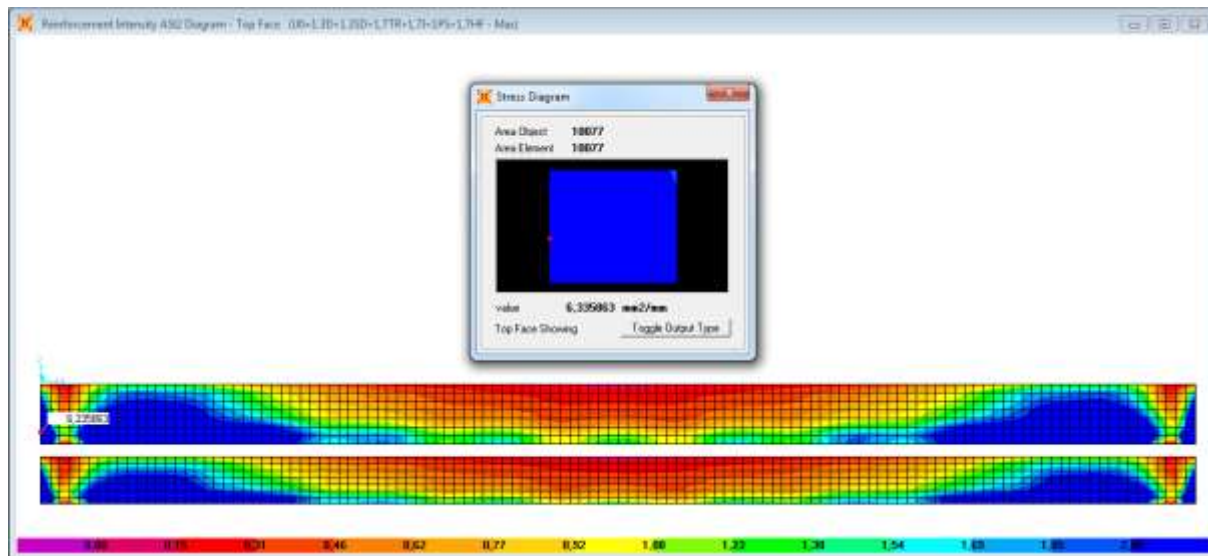
Gambar 4. 44 Ast2 bottomface pada u-girder top right output SAP2000



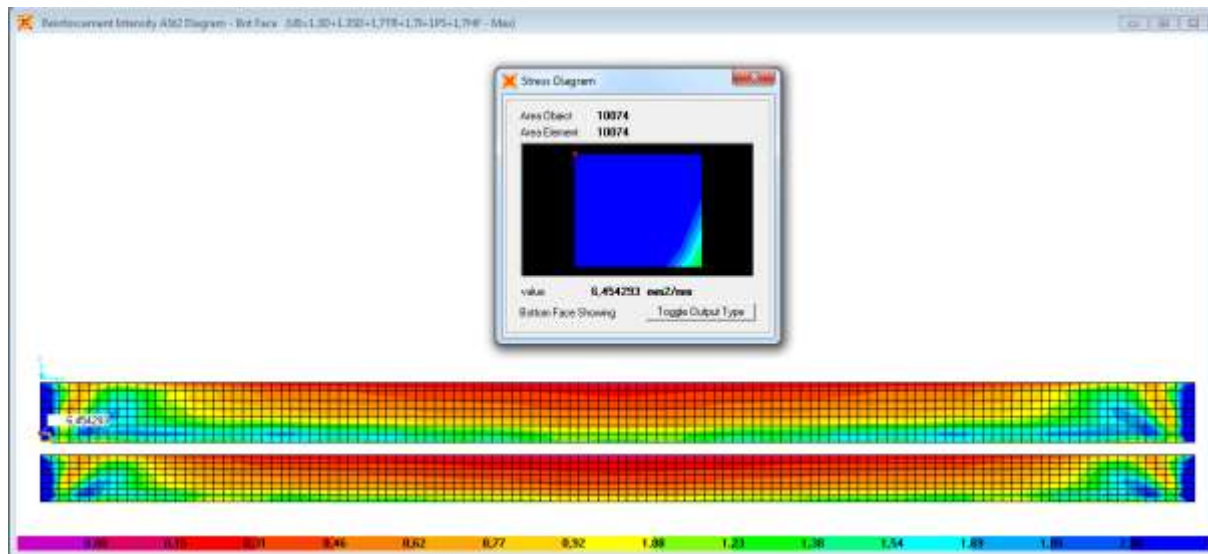
Gambar 4. 45 ASt1 topface pada tumpuan web kiri u-girder tumpuan output SAP2000



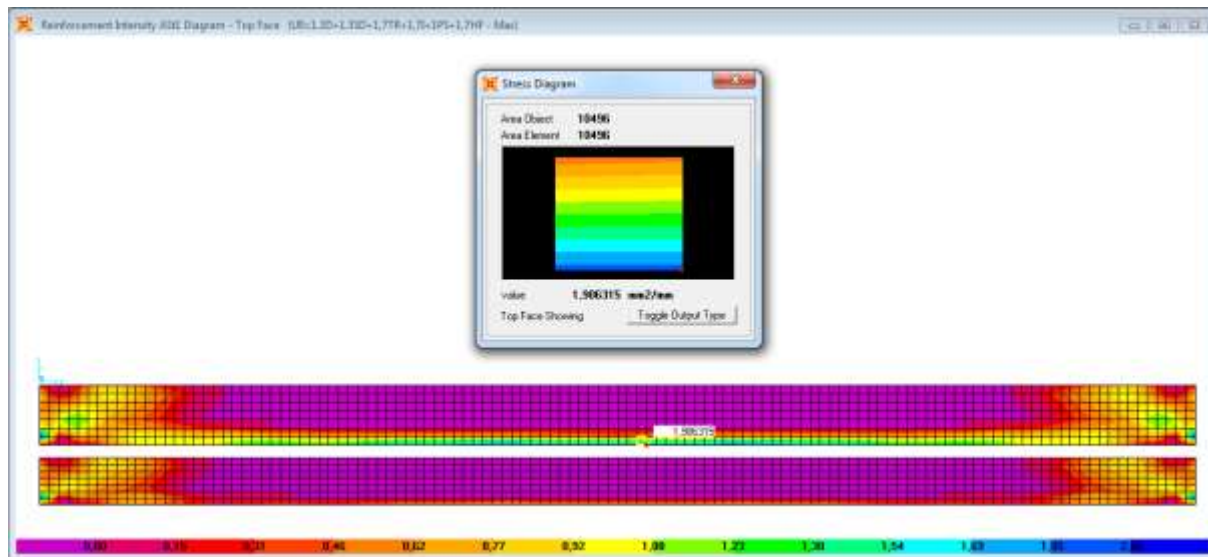
Gambar 4. 46 Ast1 bottomface pada tumpuan web kiri u-girder tumpuan output SAP2000



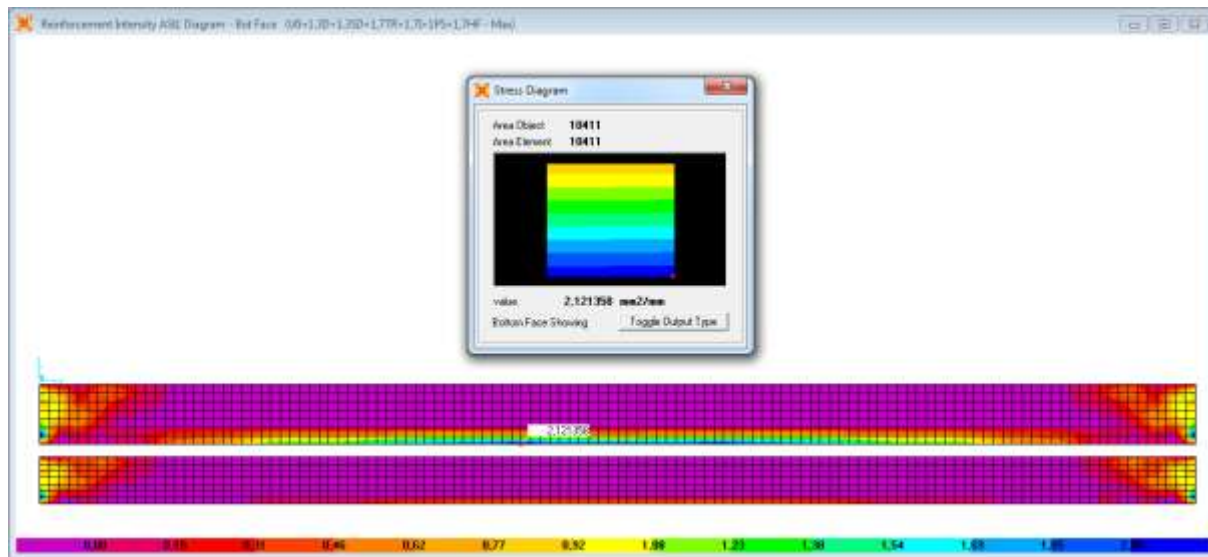
Gambar 4. 47 AS2 topface pada tumpuan web kiri u-girder output SAP2000



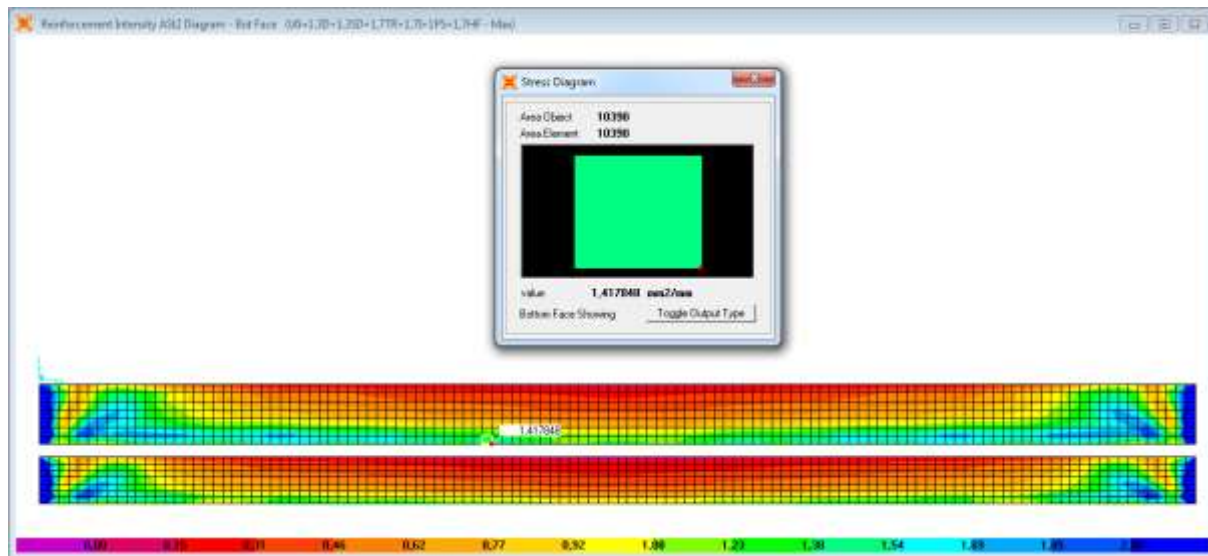
Gambar 4. 48 AS2 bottomface pada tumpuan web kiri u-girder output SAP2000



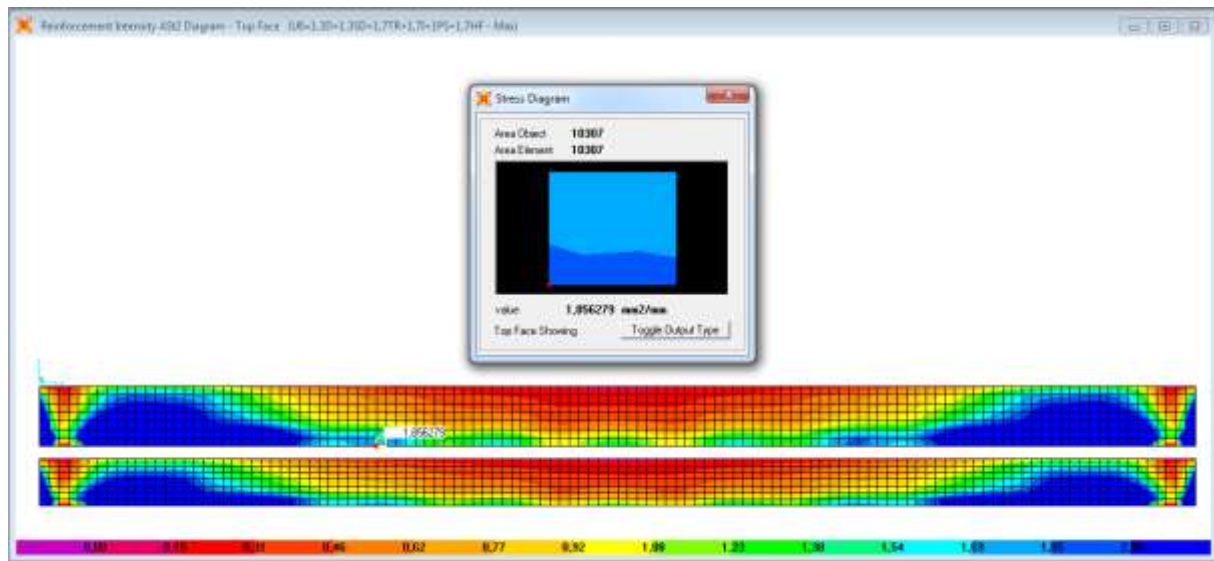
Gambar 4. 49 Ast1 topface pada lapangan web kiri u-girder output SAP2000



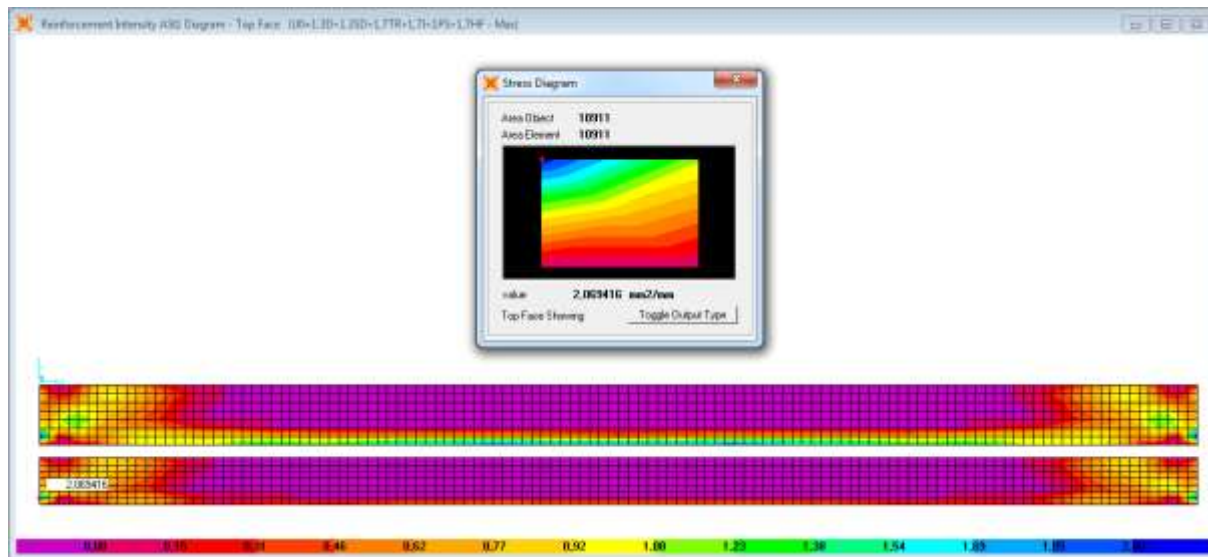
Gambar 4. 50 ASt1 bottomface pada lapangan web kiri u-girder output SAP2000



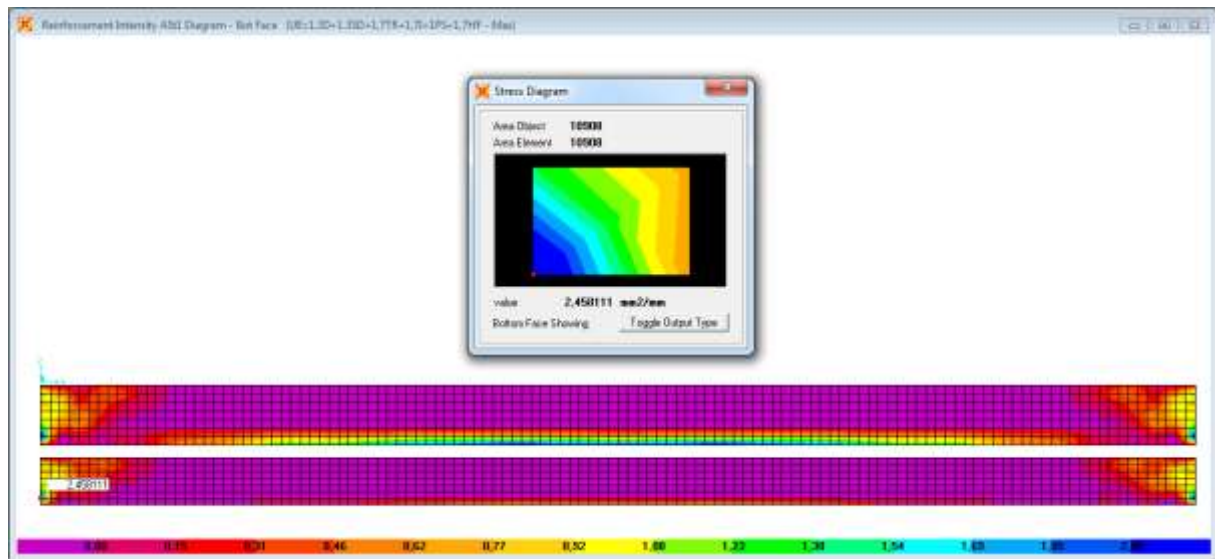
Gambar 4. 51 Ast2 bottomface pada lapangan web kiri u-girder output SAP2000



Gambar 4. 52 Ast2 topface pada lapangan web kiri u-girder output SAP2000

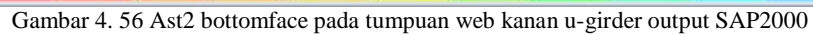


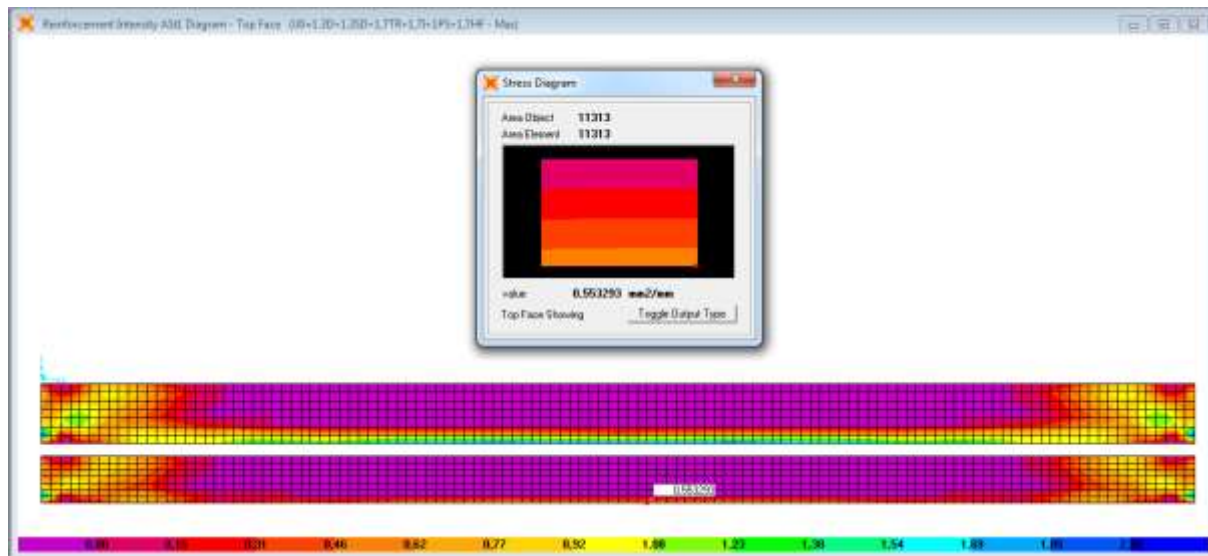
Gambar 4. 53 AS1 topface pada tumpuan web kanan u-girder output SAP2000



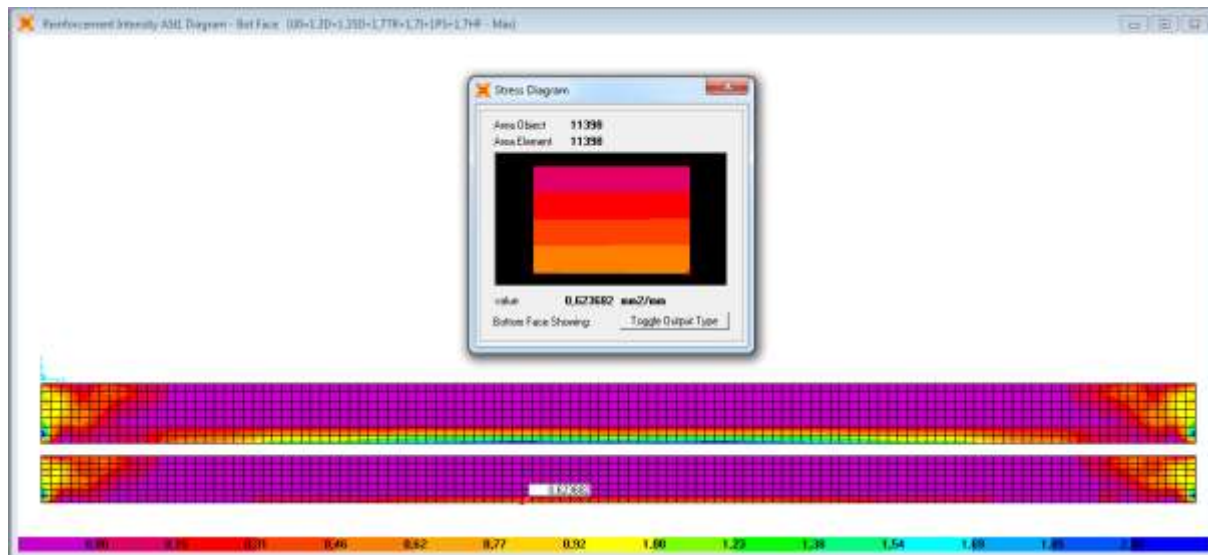
Gambar 4. 54 ASt1 bottomface pada tumpuan web kanan u-girder output SAP2000

Gambar 4. 55 Ast2 topface pada tumpuan web kanan u-girder output SAP2000

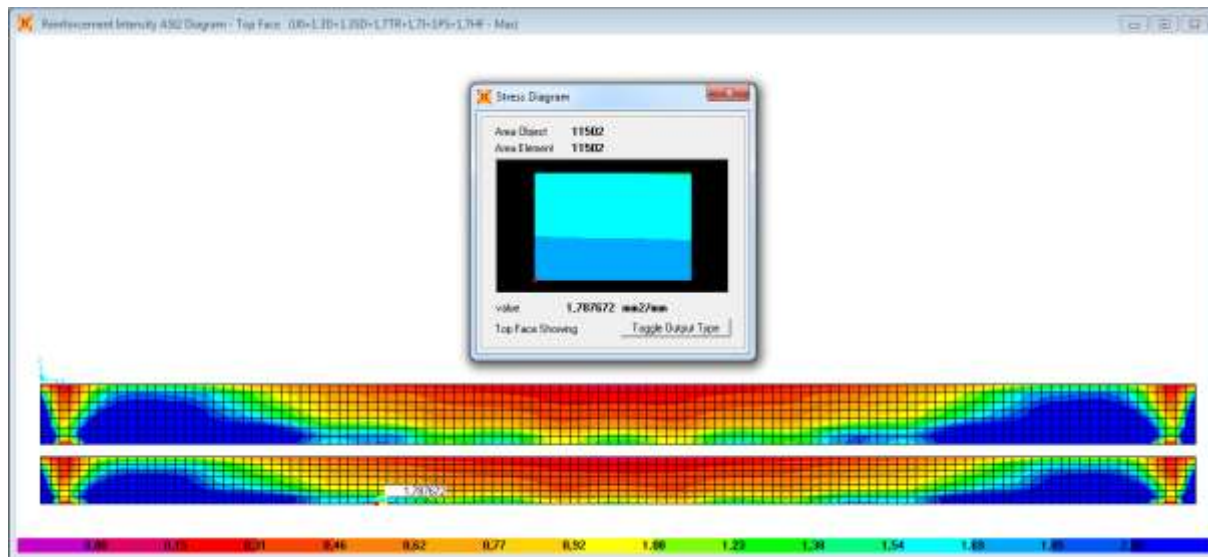




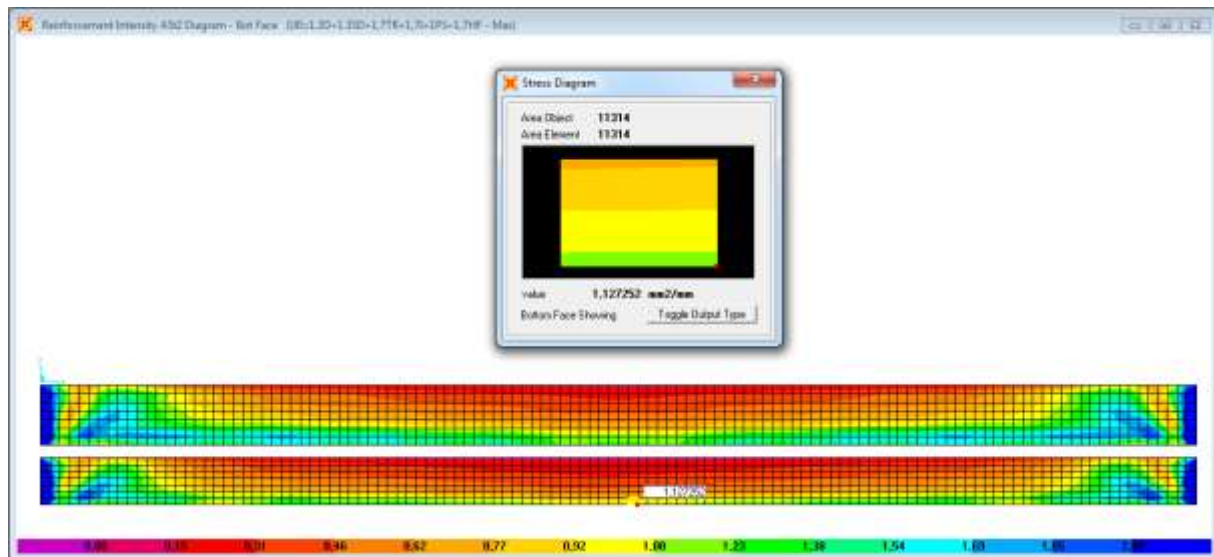
Gambar 4. 57 AS_{t1} topface pada lapangan web kanan u-girder output SAP2000



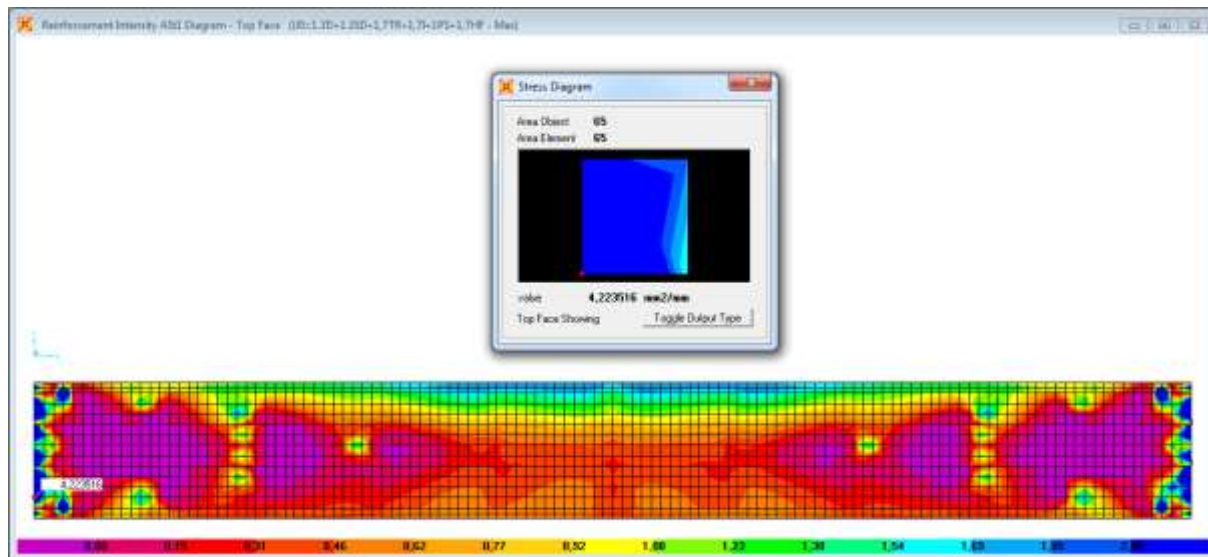
Gambar 4. 58 Ast1 bottomface pada lapangan web kanan u-girder output SAP2000



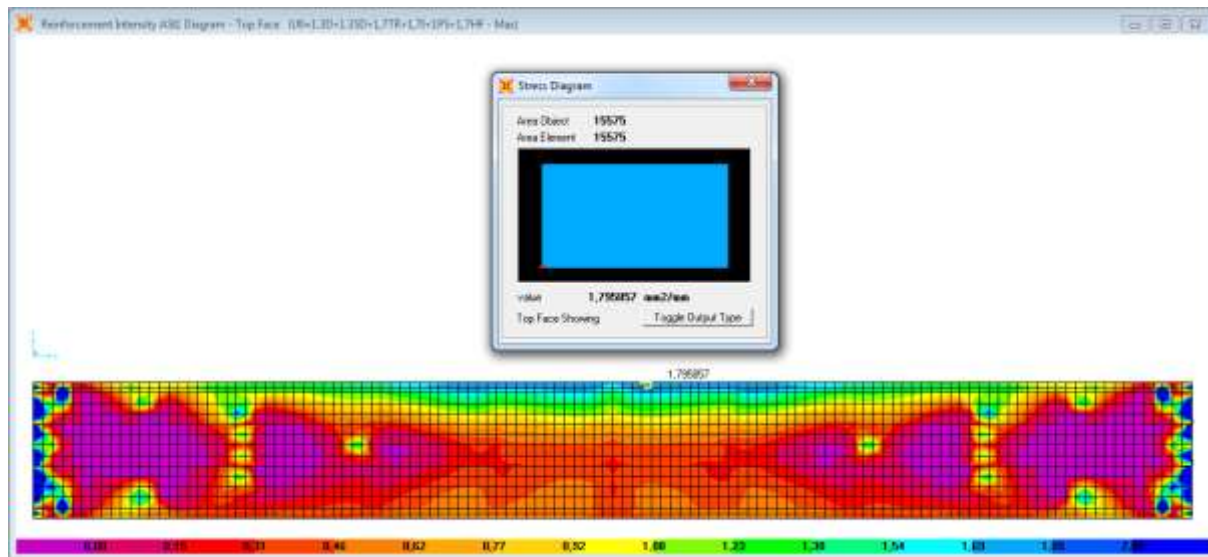
Gambar 4. 59 Ast2 topface pada lapangan web kanan u-girder output SAP2000



Gambar 4. 60 ASt1 bottomface pada lapangan web kanan u-girder output SAP2000

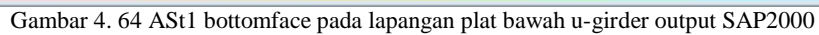


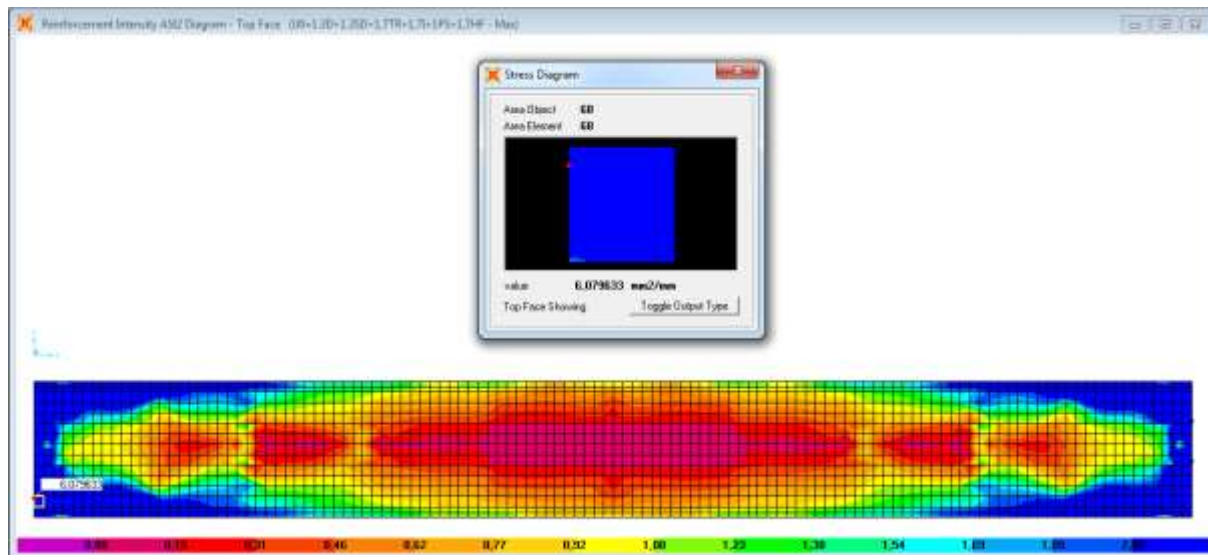
Gambar 4. 61 AS_{t1} topface pada tumpuan plat bawah u-girder output SAP2000



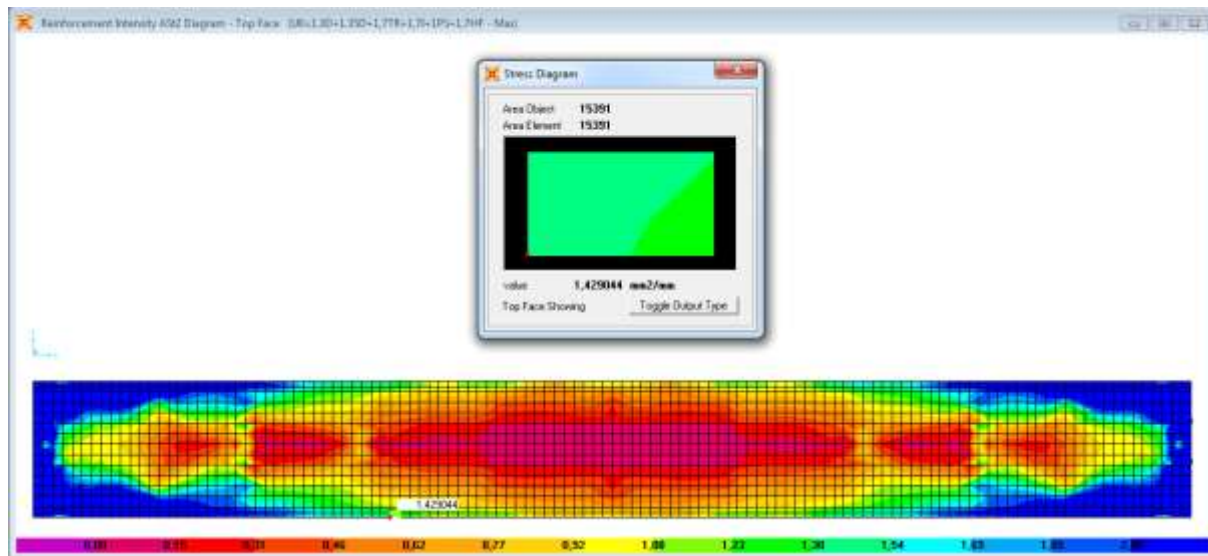
Gambar 4. 62 AS11 topface pada lapangan plat bawah u-girder output SAP2000

Gambar 4. 63 ASt1 bottomface pada tumpuan plat bawah u-girder output SAP2000

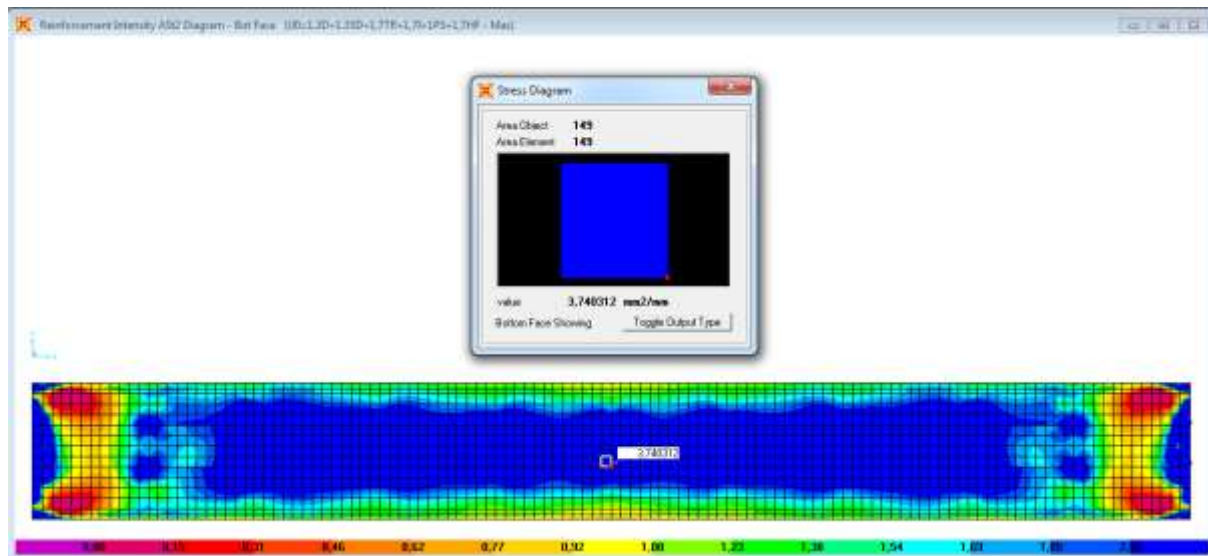




Gambar 4. 65 Ast2 topface pada tumpuan plat bawah u-girder output SAP2000



Gambar 4. 66 Ast2 topface pada lapangan plat bawah u-girder output SAP2000



Gambar 4. 68 ASt2 topface pada lapangan plat bawah u-girder output SAP2000

b. Perhitungan Panjang Penyaluran Tulangan

Berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 12.2 untuk penyaluran batang ulir dan kawat ulir yang berada dalam kondisi tarik untuk batang dengan diameter 22 atau lebih besar dapat digunakan persamaan berikut:

$$\frac{l_d}{d_b} = \frac{3 f_y \alpha \beta \gamma \lambda}{5 \sqrt{f_c'}}$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2002 pasal 14.2.4

α = faktor lokasi penulangan

Tulangan horizontal yang selain ditempatkan sedemikian hingga lebih dari 300 mm beton segar dicor pada komponen di bawah panjang penyaluran atau sambungan yang ditinjau dapat diambil sebesar 1

β = faktor pelapis

Tulangan utama tanpa pelapis dapat diambil sebesar 1

γ = faktor ukuran batang tulangan

Untuk batang D-22 atau lebih besar diambil sebesar 1

λ = faktor beton agregat ringan

Apabila digunakan beton berat normal diambil sebesar 1

$$\begin{aligned} \frac{l_d}{d_b} &= \frac{3 f_y \beta \alpha \gamma}{5 \sqrt{f_c'}} \\ \frac{l_d}{d_b} &= \frac{3 \cdot 400 \text{ N/mm}^2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{5 \sqrt{50}} \\ l_d &= 700 \text{ mm} \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 12.2 untuk penyaluran batang ulir dan kawat ulir yang berada dalam kondisi tekan untuk batang dengan diameter 22 atau lebih besar dapat digunakan persamaan berikut:

$$\frac{l_{dh}}{d_b} = \frac{0,24 f_y}{\lambda \sqrt{f_c'}} = \frac{0,24 \times 400}{1 \cdot \sqrt{50}} \approx 300 \text{ mm}$$

Tidak boleh kurang dari :

$$0,04 \times d_b \times f_y = 0,04 \times 22 \times 400 \\ = 352 \text{ mm}$$

Panjang penyaluran dasar harus dikalikan dengan faktor yang berlaku untuk luas tulangan terpasang lebih besar dari luas tulangan yang diperlukan

$$\text{Faktor modifikasi} = A_s \text{ perlu} / A_s \text{ terpasang} \\ = 7854 \text{ mm}^2 / 7603 \text{ mm}^2 \\ = 1,03$$

Sehingga panjang penyaluran total adalah

$$l_{dh} \times \text{faktor modifikasi} = 298,6 \text{ mm} \times 1,03 \\ = 308,5 \text{ mm}$$

Maka dipasang panjang penyaluran terbesar yaitu 308,5mm \approx 350 mm

4.9 Perencanaan Prategang Pierhead

Dalam perencanaan prategang pierhead digunakan tendon/kabel jenis strand *seven wire stress relieved* (7 kawat untai) dengan mengacu pada tabel OVM.

Tabel 4. 6 jenis dan karakteristik tendon OVM pierhead

Main Data											
Type	13mm (0.5")				15mm (0.6")				18mm	21mm	28mm
Designation	preN 10138-3 (2006) Y184057	ASTM A436-06 Grade 270	GB/T 3224-2005	GB/T 3224-2005	preN 10138-3 (2006) Y184057	ASTM A436-06 Grade 270	GB/T 3224-2005	GB/T 3224-2005	AS 03534 -2008	AS 03534 -2008	AS 03534 -2008
Nom. Dia. (mm)	12.5	12.8	12.7	12.7	15.3	15.7	15.24	15.2	17.8	21.8	28.6
Nom. Cross Section (mm ²)	93	100	98.7	98.7	140	150	140	140	208.4	312.9	532.4
Nom. Mass (kg/m)	0.726	0.781	0.775	0.775	1.093	1.172	1.102	1.101	1.652	2.482	4.229
Nom. Yield Strength (MPa)	1634	1640	1675	1675	1636	1640	1676	1676			
Nom. Tensile Strength (MPa)	1860	1860	1860	1860	1860	1860	1860	1860			
Min. Breaking Load (kN)	173	186	183.7	184	260	279	260.7	260	387	573	949
Young's Modulus (GPa)	Approx. 135										
Relaxation after 1.00m at 20 °C at 70% breaking load	Max. 2.5										

Berikut jenis dan karakteristik tendon yang digunakan pada pierhead :

Diameter	= 15,24 mm
Luas nominal (A_{ps})	= 140 mm ²
Minimum breaking load	= 260,7 kN
Modulus elastisitas (E_s)	= 200.000 MPa.

Berdasarkan pada tabel spesifikasi tendon OVM tegangan maksimum yang diperbolehkan sebesar 0,75 F_{pu}

Untuk 1 strand diameter 15,24 mm

$$\begin{aligned}
 F_0 &= 0,75 \times F_{pu} \\
 &= 0,75 \times 260,7 \text{ kN} \\
 &= 195,525 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Tegangan untuk 1 strand diameter 15,24 mm

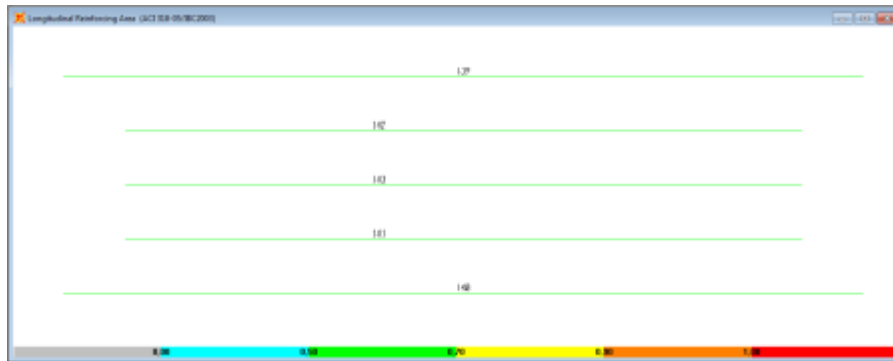
$$\begin{aligned}
 f_s &= \frac{F_0}{A_{ps}} \\
 &= \frac{195,525 \text{ kN}}{15,24 \text{ mm}} \\
 &= 1396,61 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

4.9.1 Permodelan Struktur Pierhead pada SAP2000

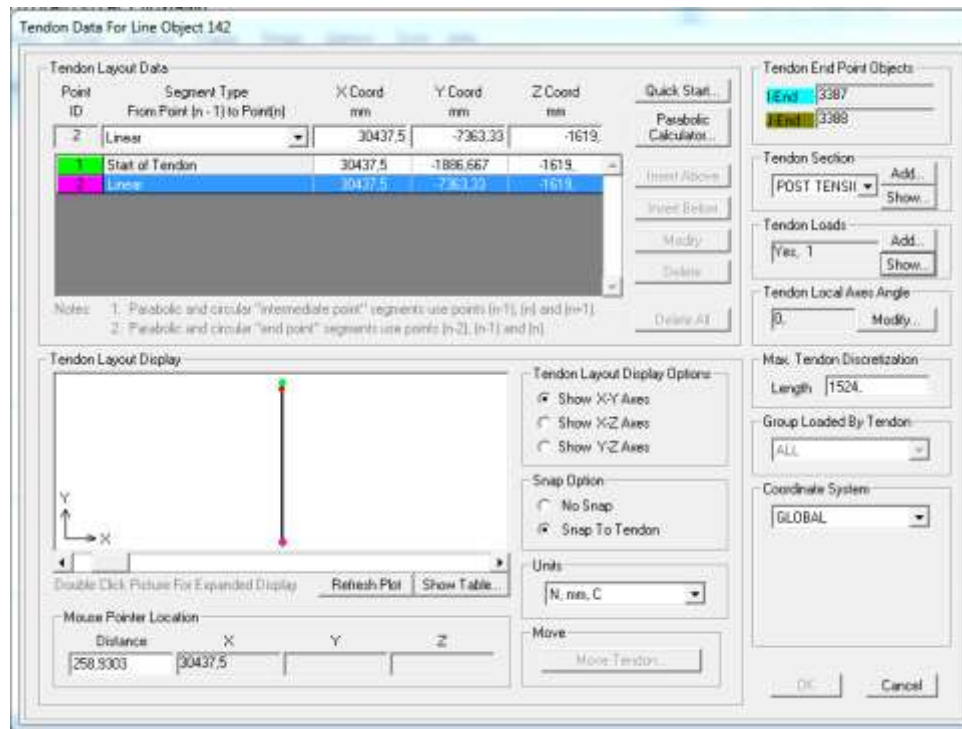
Input gaya prategang pierhead pada SAP2000.

Tabel 4. 7 input gaya prategang pierhead pada SAP2000

Jumlah Stand	P (kN)
3	586,575
4	782,1
5	977,625
9	1759,725
11	2150,775



Gambar 4. 69 permodelan tendon pada SAP2000



Gambar 4. 70 permodelan data tendon pada SAP2000

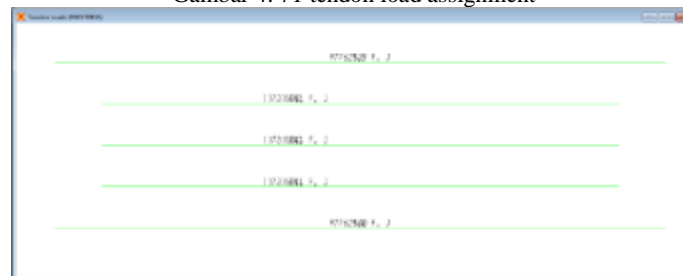
Tendon Load Assignment Data For Line Object 142

Tabular Data	
Load Pattern	PRESTRESS
Load Type	Force
Jack From This Location	Both Ends
Tendon End Force (N)	1173150
Tendon End Stress (N/mm ²)	
Curvature Coefficient (Unitless)	0.15
Wobble Coefficient (1/mm)	3.281E-06
Anchorage Set Slip (mm)	6.35
Loss - Elastic Shortening Stress (N/mm ²)	20.6843
Loss - Creep Stress (N/mm ²)	34.4738
Loss - Shrinkage Stress (N/mm ²)	48.2633
Loss - Steel Relaxation Stress (N/mm ²)	34.4738

Units: N, mm, C

Done

Gambar 4. 71 tendon load assignment



Gambar 4. 72 gaya pratekan yang terpasang

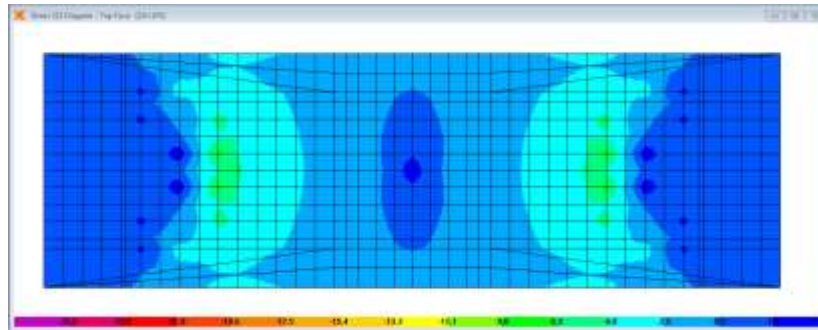
4.9.2 Kontrol Tegangan Pierhead

Berdasarkan perhitungan tegangan ijin beton pada saat transfer dan layan didapatkan hasil sebagai berikut :

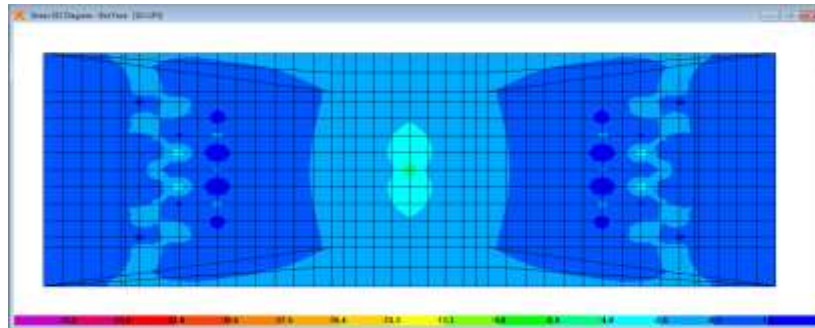
- Tegangan ijin kondisi transfer
 - σ tekan = 26,4 MPa
 - σ tarik = 1,66 MPa
- Tegangan ijin kondisi layan
 - σ tekan = 22,5 MPa
 - σ tarik = 3,53 MPa

Diagram tegangan hasil tendon yang terpasang ditunjukkan pada gambar 4. 25 sampai gambar 4. 30. Dari gambar diagram tersebut diketahui bahwa tegangan pada saat transfer yang dihasilkan tidak melebihi batas tekan dan batas tarik beton pratekan pada saat transfer yaitu -26,4 MPa dan 1,66 MPa.

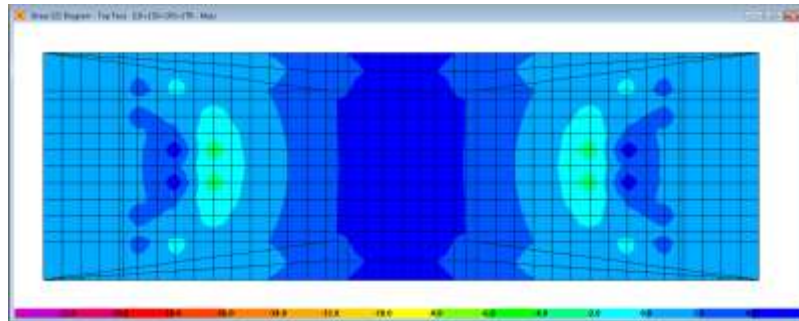
Diagram tegangan hasil tendon yang terpasang ditunjukkan pada gambar 4.31 sampai gambar 4.36. Dari gambar diagram tersebut diketahui bahwa tegangan pada kondisi layan yang dihasilkan tidak melebihi batas tekan dan batas tarik beton pratekan pada saat transfer yaitu -22,5 MPa dan 3,53 MPa



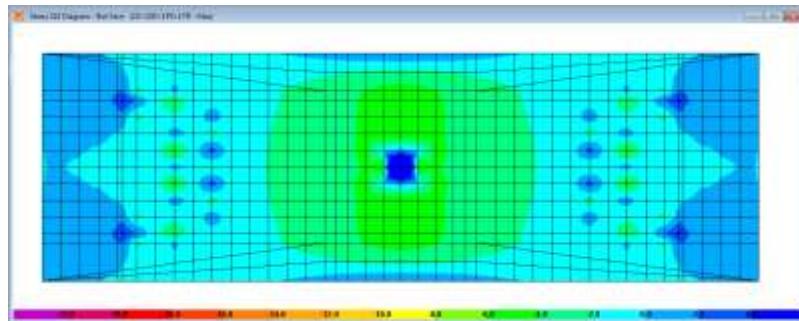
Gambar 4. 73 diagram tegangan *top face* pada slab atas kondisi transfer (satuan N,mm,C)



Gambar 4. 74 diagram tegangan *bottom face* pada slab atas kondisi transfer (satuan N,mm,C)



Gambar 4. 75 diagram tegangan *top face* pada web atas kondisi layan (satuan N,mm,C)



Gambar 4. 76 diagram tegangan *bottom face* pada web atas kondisi layan (satuan N,mm,C)

4.9.3 Kehilangan Prategang pada pierhead

Kehilangan gaya pratekan (*loss of prestress*) akan terjadi pada dua tahap yaitu pada saat:

1. Segera setelah peralihan gaya pratekan ke penampang beton, yang meliputi :
 - Perpendekan elastis (ES)
 - Gesekan kabel dan wooble effect
 - Slip anker
2. Pada saat service/beban kerja, yang meliputi :
 - Rangkak beton (CR)
 - Susut beton (SH)
 - Relaksasi baja (RE)
- a. Kehilangan prategang akibat perpendekan elastis beton (ΔES)

Untuk sistem pascatarik beton memendek saat tendon diangkurkan terhadap beton, karena gaya pada kabel dihitung setelah perpendekan elastis terhadap beton terjadi. Jika tendon yang dimiliki lebih dari satu, tendon-tendon tersebut ditarik secara berurutan, maka gaya prategang secara bertahap bekerja pada tendon.

$$\Delta ES = \frac{E_s}{E_{ci}} \cdot F_{cir} \cdot n$$

$$E_s = 200.000 \text{ MPa}$$

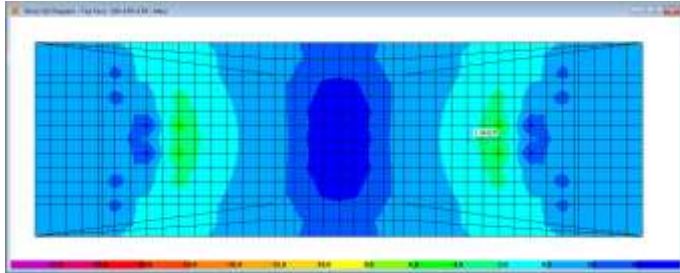
$$E_{ci} = 4700 \sqrt{f_c^1}$$

$$= 4700 \sqrt{50 \text{ MPa}}$$

$$= 33234 \text{ MPa}$$

$$f_{cir} = 2,8$$

$$n = 0,5 \text{ (post-tension)}$$



Gambar 4. 77 output SAP2000 nilai fcir pierhead

$$\begin{aligned}
 \Delta ES &= \frac{E_s}{E_{ci}} \cdot F_{cir} \cdot n \\
 &= \frac{200.000 \text{ MPa}}{33234 \text{ MPa}} \cdot 1,4 \text{ MPa} \cdot 0,5 \\
 &= 4,21 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

b. Gesekan kabel dan wooble effect

Pada saat dilakukan stressing (Penarikan Kabel Prategang) dengan menggunakan Dongkrak Jack Hidrolic. Kabel Prategang mengalami kehilangan sebagian gaya Prategang yang diakibatkan oleh gesekan kabel dan efek kelengkungan Tendon, sehingga tegangan yang ada pada tendon atau kabel prategang menjadi lebih kecil dari pada bacaan pada alat *pressure gauge*. Sehingga perlu dihitung besar kehilangan Gaya Prategangnya. Kehilangan akibat gesekan ini dapat dipertimbangkan pada dua bagian yaitu pengaruh panjang dan kelengkungan sehingga dapat dijelaskan sebagai pengaruh naik turunnya kabel (*wobbling effect*) dan tergantung dari panjang dan tegangan tendon serta koefisien gesekan antara bahan yang bersentuhan. Gesekan antara kabel dengan duck yang menyebabkan besarnya tarikan pada bahan ujung.

$$\frac{F_2 - F_1}{F_1} = -KL - \mu\alpha$$

Dimana :

K = Koefisien wobble (Tabel 2.11)

L = Panjang Bersih Balok (m)

μ = Koefisien kelengkungan (Tabel 2.11)

α = Sudut pusat tendon (L/R)

Panjang tendon, L = 9,45 m

Sudut kelengkungan, $\alpha \approx 0$

Dengan mengambil nilai rata rata tabel Tabel 2. 11 untuk strand dengan untai 7 kawat, didapat nilai k = 0,0041 dan nilai $\mu = 0,2$

$$\frac{F_2 - F_1}{F_1} = -KL - \mu\alpha$$

$$\frac{F_2 - F_1}{F_1} = -0,0041 \times \frac{9,45}{2} - 0,2 \times 0$$

$$= -0,0193$$

$$\Delta fs1 = \frac{F_2 - F_1}{F_1} \cdot f_{pi}$$

$$\Delta fs1 = -0,0193 \times 1395 \text{ MPa}$$

$$\Delta fs1 = 27,02 \text{ MPa}$$

c. Kehilangan prategang akibat slip angkur ($\Delta fs2$)

Pada sistem pascatarik setelah kabel ditarik kemudian dilepas, panjang tarikan akan lebih kecil, karena terjadi slip pada angkur saat Hidraulic dilepaskan, artinya ada kehilangan gaya pratekan akibat slip yang terjadi pada angkur. Besarnya slip tergantung pada jenis angkur yang terbentuk baji (wedge) dan tegangan pada kabel. Rata-rata slip yang terjadi sebesar 2,5 mm (*TY. Lin*).

Panjang tendon, L = 7,86 m

Tegangan tendon

$$ANC = \Delta fs = \frac{\Delta a \cdot Es}{L}$$

$$ANC = \Delta fs = \frac{2,5 \times 20.0000}{6470}$$

$$ANC = 77,27 \text{ MPa}$$

d. Kehilangan gaya prategang akibat rangkai beton (CR)

Salah satu sifat beton adalah dapat mengalami tambahan regangan akibat beban tetap (mati) seiring dengan semakin bertambahnya waktu. Metode umum untuk memperhitungkan rangkai pada beton adalah dengan memasukkan kedalam perhitungan hal-hal berikut ini : Perbandingan volume terhadap permukaan, umur beton pada saat prategang, kelembaban relatif dan jenis beton (beton ringan atau normal). Kehilangan gaya prategang akibat rangkai untuk komponen struktur dengan tendon terekat dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (untuk beton dengan berat normal) :

$$CR = K_{CR} \cdot \frac{E_S}{E_C} (f_{cir} - f_{cds})$$

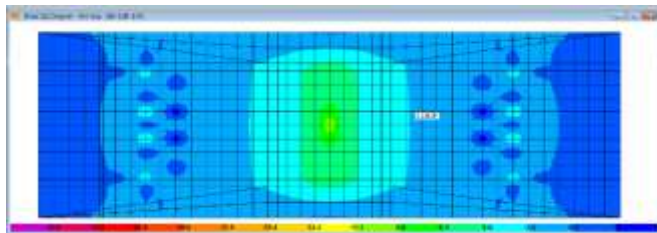
K_{cr} = 1,6 untuk komponen struktur pasca tarik

f_{cds} = tegangan beton pada titik berat tendon akibat seluruh beban mati yang bekerja pada komponen struktur setelah diberi gaya prategang (*output SAP2000* Gambar 4. 38)

f_{cir} = tegangan beton pada garis berat baja (c.g.s) akibat gaya prategang yang efektif segera setelah gaya prategang telah dikerjakan pada beton (*output SAP2000*)

E_s = Modulus elastisitas tendon prategang

E_c = Modulus elastisitas beton umur 28 hari



Gambar 4. 78 output SAP2000 nilai f_{cds}

$$CR = K_{CR} \cdot \frac{E_S}{E_C} (f_{cir} - f_{cds})$$

$$\begin{aligned}
 &= 1,6 \times \frac{200000}{33234} \times (1,62 - 1,2) \\
 &= 11,55
 \end{aligned}$$

- e. Kehilangan gaya prategang akibat susut beton

Susut pada beton dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti rangkai, perbandingan antara volume dan permukaan, kelembaban relatif, dan waktu dari akhir perawatan sampai dengan bekerjanya gaya prategang. Persamaan yang dipakai dalam memperhitungkan kehilangan pratekan akibat susut pada beton adalah :

$$SH = 8,2 \cdot 10^{-6} \times K_{SH} \times E_S \times \left(1 - 0,6 \times \frac{V}{S}\right) \times (100\% - RH)$$

K_{sh} = 0,77 (Tabel 2.12 dengan asumsi dilakukan 7 hari setelah selesainya perawatan basah)

V = volume (mm^3)
 $= 1320000 \text{ mm}^2 \times 3000 \text{ mm}$
 $= 512.474.000.000 \text{ mm}^3$

S = Keliling balok (mm)
 $= 6880 \text{ mm}$

V/S = $1813081,39 \text{ mm}^2$

RH = Kelembaban udara rata-rata diambil 80 %

$$\begin{aligned}
 SH &= 8,2 \cdot 10^{-6} \times K_{SH} \times E_S \times \left(1 - 0,6 \times \frac{V}{S}\right) \times (100\% - RH) \\
 &= 8,2 \cdot 10^{-6} \times 0,77 \times 200000 \times (1 - 0,77 \times 1,81 \text{ m}^2) \times (100\% - 80\%) \\
 &= 2,21 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

- f. Kehilangan gaya prategang akibat relaksasi baja

Sebenarnya balok pratekan mengalami perubahan regangan baja yang konstan di dalam tendon bila terjadi rangkai yang tergantung pada waktu. Akibat perpendekan elastis (ES), serta kehilangan gaya pratekan yang tergantung pada waktu yaitu CR dan SH, maka akan mengakibatkan terjadi pengurangan yang kontinu pada tegangan tendon. Oleh karena itu untuk memperkirakan kehilangan gaya pratekan akibat

pengaruh tersebut digunakan perumusan sebagai berikut:

$$RE = (K_{re} - J(SH + CR + ES)) \times C$$

Dimana tendon yang dipakai adalah tipe strand atau kawat *stress relieved* derajat 1395,67 MPa. Sehingga didapatkan data sebagai berikut :

$$K_{re} = 138 \text{ Mpa (Tabel 2.14)}$$

$$J = 0,15 \text{ (Tabel 2.14)}$$

$$C = 1,45 \text{ (Tabel 2.13)}$$

$$RE = (138 - 0,15 (2,21 + 11,55 + 4,21)) \times 1,45$$

$$RE = 196,18 \text{ MPa}$$

g. Kehilangan Gaya Prategang Total

Berdasarkan T.Y Lin hal kehilangan prategang total pada beton pretension maks 20 %

$$\begin{aligned} \text{Kehilangan total} &= ES + CR + SH + RE \\ &= 4,21 + 11,55 + 2,21 + 196 \\ &= 214,17 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Kehilangan total} &= \frac{214,17 \text{ MPa}}{1395 \text{ MPa}} \times 100\% \\ &= 15,35 \% < 20\% \text{ (memenuhi syarat)} \end{aligned}$$

4.10 Penulangan pierhead

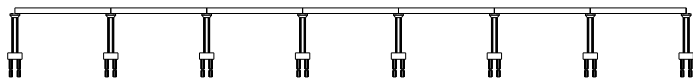
a. Tulangan Utama

Dari pemodelan tersebut didapatkan data Ast1 dan Ast2 sebagai dasar perhitungan penulangan pierhead berdasarkan kombinasi U3X (R=1,5) = 1.3D + 1.3SD + 1.4TR + 1.4I + 1.4HF + 1PS + 1,5EX + 1.4LFe

PELAT PIERHEAD		
Beton :	$f_c' = 50 \text{ Mpa}$	
Tulangan :	$f_y = 240 \text{ Mpa}$	(Plain < D13)
	$f_y = 400 \text{ Mpa}$	(Deform \geq D13)
cover =	40 mm	
t (mm)	= 440	
	Tulangan Melintang	
	Top	Bottom
Ast-1 (mm²/mm)	4,15	2,7554
As Perlu (mm ² /m)	4150	2755
Penulangan	1 x D29	1 x D25
Jarak (mm)	150	150
As Pasang (mm ²)	4403,465703	3272,492347
Cek	OK	OK
	Tulangan Memanjang	
	Top	Bottom
Ast-2 (mm²/mm)	2,575	1,59
As Perlu (mm ² /m)	2575	1590
Penulangan	1 x D25	1 x D25
Jarak (mm)	150	300
As Pasang (mm ²)	3272,492347	1636,246174
Cek	OK	OK

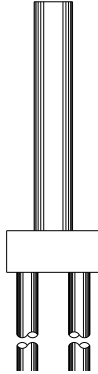
4.11 Analisa Pondasi

Elemen bangunan bawah jembatan yang berfungsi untuk menyalurkan beban-beban dari bangunan atas ke pondasi jembatan adalah pilar.



Adapun rencana dimensi dari masing-masing bagian pada pilar P11.

- Pierhead = 3 x 9,45 m
- Tinggi pilar = 11 m
- Dia. Kolom = 1,85 m
- Poer = 6,5 x 6,5 m
- Mutu beton = 40 MPa



Gambar 4. 79 rencana pilar

Permodelan parameter tanah dalam program SAP2000 pada tiang pondasi (*bore pile*) menggunakan konstanta pegas. Berikut merupakan besaran konstanta pegas yang di input pada tiang pondasi untuk setiap meternya.

Tabel 4. 8 input spring pada SAP2000

Depth (m)	N SPT	Eo = 28N kg/cm ²	1,00 m	D=1,00m y = 1,00cm	D=1,00m	D=1,00m	D=1,00m
			ko = 0,2. Eo.D ^{-0.75}	k = ko.y ^{-0.5}	kv	kx=ky= k D.dz	kx=ky
			kg/cm ³	kg/cm ³	t/m	kg/cm	t/m
0	1						
-1	1	28	0,18	0,18	177,09	1770,88	177,09
-2	25	700	4,43	4,43	4427,19	44271,89	4427,19
-3	15	420	2,66	2,66	2656,31	26563,13	2656,31
-4	5	140	0,89	0,89	885,44	8854,38	885,44
-5	9	252	1,59	1,59	1593,79	15937,88	1593,79
-6	12	336	2,13	2,13	2125,05	21250,51	2125,05
-7	31	868	5,49	5,49	5489,71	54897,14	5489,71
-8	50	1400	8,85	8,85	8854,38	88543,77	8854,38
-9	50	1400	8,85	8,85	8854,38	88543,77	8854,38
-10	50	1400	8,85	8,85	8854,38	88543,77	8854,38
-11	50	1400	8,85	8,85	8854,38	88543,77	8854,38
-12	50	1400	8,85	8,85	8854,38	88543,77	8854,38
-13	50	1400	8,85	8,85	8854,38	88543,77	8854,38
-14	50	1400	8,85	8,85	8854,38	88543,77	8854,38
-15	50	1400	8,85	8,85	8854,38	88543,77	8854,38
-16	50	1400	8,85	8,85	8854,38	88543,77	8854,38
-17	50	1400	8,85	8,85	8854,38	88543,77	8854,38
-18	50	1400	8,85	8,85	8854,38	88543,77	8854,38
-19	50	1400	8,85	8,85	8854,38	88543,77	8854,38
-20	50	1400	8,85	8,85	8854,38	88543,77	8854,38
-21	50	1400	8,85	8,85	8854,38	88543,77	8854,38
-22	50	1400	8,85	8,85	8854,38	88543,77	8854,38
-23	50	1400	8,85	8,85	8854,38	88543,77	8854,38
-24	50	1400	8,85	8,85	8854,38	88543,77	8854,38
-25	50	1400	8,85	8,85	8854,38	88543,77	8854,38
-26	50	1400	8,85	8,85	8854,38	88543,77	8854,38
-27	50	1400	8,85	8,85	8854,38	88543,77	8854,38
-28	50	1400	8,85	8,85	8854,38	88543,77	8854,38
-29	50	1400	8,85	8,85	8854,38	88543,77	8854,38
-30	50	1400	8,85	8,85	8854,38	88543,77	8854,38

4.12 Analisa daya dukung pondasi

Daya dukung diperhitungkan berdasarkan data tanah yang ada.

Daya dukung vertikal

- Daya dukung terpusat tiang
 $R_p = qd.A$
- Gaya geser dinding tiang

$$R_f = U \sum l_i \cdot f_i$$

- Daya dukung ultimit

$$R_u = R_p + R_f$$

- Daya dukung vertikal ijin

$$R_a = \frac{1}{n} (R_u - W_s) + W_s - W_p$$

dimana,

n = faktor keamanan

R_u = Daya dukung ultimate (ton)

R_p = Daya dukung terpusat tiang (ton)

R_f = Gaya geser dinding tiang (ton)

W_s = Berat efektif tanah yang dipindahkan (ton)

W_p = Berat efektif tiang (ton)

- Jarak antar tiang

Dimana,

S = jarak antar tiang

S_1 = jarak tiang ke tepi

$$3D \leq s \leq 8D$$

$$3 \times 1200 \text{ mm} \leq 3600 \text{ mm} \leq 8 \times 1200 \text{ mm}$$

$$3600 \text{ mm} \leq 4000 \text{ mm} \leq 9600 \text{ mm}$$

- Jarak tepi tiang

$$1 D \leq S_1 \leq 1,5 D$$

$$1 \times 1200 \text{ mm} \leq 1250 \text{ mm} \leq 1,5 \times 1200 \text{ mm}$$

$$1200 \text{ mm} \leq 1250 \text{ mm} \leq 1500 \text{ mm}$$

- Dipakai jarak antar tiang 4000 mm

- Dipakai jarak tepi tiang 1250 mm

Dari hasil kemampuan borepile hasil reaksi berupa gaya aksial tekan maka akan dikontrol dengan daya dukung tanah akibat tekan. Perhitungan daya dukung tanah berdasarkan borepile yang berdiameter 1,2 m kedalaman 20m dan berdasarkan data penyelidikan tanah SPT pada titik bor.

Data perencanaan pondasi borepile:

$$F_c' = 30 \text{ MPa}$$

$F_y = 400 \text{ MPa}$
 $D = 1000 \text{ mm}$
 $U = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 1,2\text{m}$
 $ = 3,76 \text{ m}$
 $A = 0,25 \times 3,14 \times (1200\text{mm})^2$
 $ = 1,13 \text{ m}^2$

- Intensitas gaya geser dinding tiang (fi)

Tabel 4. 9 intensitas gaya geser dinding tiang

(Satuan: t/m²)

Jenis tiang Jenis tanah pondasi	Tiang pracetak	Tiang yang dicor di tempat
Tanah berpasir	$\frac{N}{5} (\leq 10)$	$\frac{N}{2} (\leq 12)$
Tanah kohesif	c atau $N (\leq 12)$	$\frac{c}{2}$ atau $\frac{N}{2} (\leq 12)$

$N_{\text{ujung tiang}} = 50 \text{ (kedalaman 35 m)}$
 $N_{\text{rata-rata}} = \frac{50+50+50+50+50+50+50+50}{8} = 50$

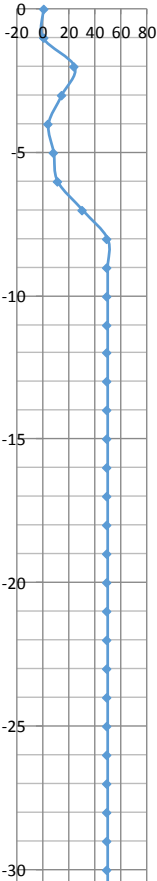
Tabel 4. 10 tabel perkiraan qd untuk tiang di cor ditempat

Tabel 6.6 Tabel perkiraan q_u untuk tiang yang dicor di tempat. (Satuan: t/m²)

Intensitas daya dukung ultimate pada ujung tiang (q_u)	Lapisan kerikil ⁽¹⁾	$N \geq 50$ $50 > N \geq 40$ $40 > N \geq 30$	750 525 300
	Lapisan berpasir ⁽¹⁾	$N \geq 30$	300
	Lapisan lempung keras	$3q_u^{(2)}$	
	<div>1) Perbedaan antara lapisan kerikil dengan lapisan berpasir dapat dipertimbangkan berdasarkan hasil penyelidikan pada sejumlah kecil tanah tersebut. Lapisan berpasir yang bercampur dengan kerikil dianggap sama dengan lapisan berpasir tanpa kerikil. Harga N diperoleh dari penyelidikan</div> <div>2) Pada lapisan lempung keras, intensitas daya dukung ditetapkan berkenaan dengan "Kriteria perencanaan pondasi kaisan q_u adalah kekuatan geser unconfined (t/m²)</div>		

■ Mengitung Gaya Geser Dinding Tiang

Tabel 4. 11 menghitung gaya geser dinding tiang

Depth (m)	Jenis tanah	N spt	Grafik SPT	qd	fi	$\Sigma li.fi$
					(t/m ²)	(t/m)
0	lempung	1		0,0		
-1	lempung	1		0,4	1	1
-2	lempung	25		9,4	12	13
-3	lempung berlanau	15		5,6	8	20
-4	lempung berlanau	5		1,9	3	23
-5	lempung berlanau	9		3,4	5	27
-6	kerikil	12		300,0	6	33
-7	kerikil	31		300,0	12	45
-8	lanau berpasir	50		300,0	12	57
-9	lempung berlanau	50		18,8	12	69
-10	lempung berlanau	50		18,8	12	81
-11	pasir	50		300,0	12	93
-12	pasir	50		300,0	12	105
-13	pasir	50		300,0	12	117
-14	lanau berpasir	50		300,0	12	129
-15	pasir	50		300,0	12	141
-16	pasir	50		300,0	12	153
-17	lanau berpasir	50		300,0	12	165
-18	lanau berpasir	50		300,0	12	177
-19	lanau berpasir	50		300,0	12	189
-20	lanau berpasir	50		300,0	12	201
-21	pasir	50		300,0	12	213
-22	lanau berpasir	50		300,0	12	225
-23	pasir	50		300,0	12	237
-24	lanau	50		300,0	12	249
-25	lanau	50		300,0	12	261
-26	lanau berpasir	50		300,0	12	273
-27	lanau berpasir	50		300,0	12	285
-28	lanau berpasir	50		300,0	12	297
-29	lanau berpasir	50		300,0	12	309
-30	pasir	50		300,0	12	321

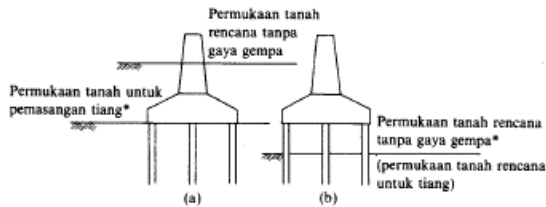
Tabel 4. 12 perhitungan daya dukung ultimit

Depth (m)	Jenis tanah	N spt	Grafik SPT	qd	Rf	Rp	Ru
					(ton)	(ton)	(ton)
0	lempung	1		0,0			
-1	lempung	1		0,4	1,57	0,29	1,87
-2	lempung	25		9,4	39,27	7,36	46,63
-3	lempung berlanau	15		5,6	62,83	4,42	67,25
-4	lempung berlanau	5		1,9	70,69	1,47	72,16
-5	lempung berlanau	9		3,4	84,82	2,65	87,47
-6	kerikil	12		300,0	103,67	235,62	339,29
-7	kerikil	31		300,0	141,37	235,62	376,99
-8	lanau berpasir	50		300,0	179,07	235,62	414,69
-9	lempung berlanau	50		18,8	216,77	14,73	231,50
-10	lempung berlanau	50		18,8	254,47	14,73	269,20
-11	pasir	50		300,0	292,17	235,62	527,79
-12	pasir	50		300,0	329,87	235,62	565,49
-13	pasir	50		300,0	367,57	235,62	603,19
-14	lanau berpasir	50		300,0	405,27	235,62	640,88
-15	pasir	50		300,0	442,96	235,62	678,58
-16	pasir	50		300,0	480,66	235,62	716,28
-17	lanau berpasir	50		300,0	518,36	235,62	753,98
-18	lanau berpasir	50		300,0	556,06	235,62	791,68
-19	lanau berpasir	50		300,0	593,76	235,62	829,38
-20	lanau berpasir	50		300,0	631,46	235,62	867,08
-21	pasir	50		300,0	669,16	235,62	904,78
-22	lanau berpasir	50		300,0	706,86	235,62	942,48
-23	pasir	50		300,0	744,56	235,62	980,18
-24	lanau	50		300,0	782,26	235,62	1017,88
-25	lanau	50		300,0	819,96	235,62	1055,58
-26	lanau berpasir	50		300,0	857,65	235,62	1093,27
-27	lanau berpasir	50		300,0	895,35	235,62	1130,97
-28	lanau berpasir	50		300,0	933,05	235,62	1168,67
-29	lanau berpasir	50		300,0	970,75	235,62	1206,37
-30	pasir	50		300,0	1008,45	235,62	1244,07

Tabel 4. 13 perhitungan daya dukung ijin tiang

Depth (m)	Jenis tanah	N spt	Grafik SPT	Ra tekan (SF=3,0)	Ra tekan (SF=2,5)	Ra cabut (SF=3,0)	Ra cabut (SF=2,5)
				(ton)	(ton)	(ton)	(ton)
0	lempung	1					
-1	lempung	1		0,62	0,75	0,52	0,63
-2	lempung	25		15,54	18,65	13,09	15,71
-3	lempung berlanau	15		22,42	26,90	20,94	25,13
-4	lempung berlanau	5		24,05	28,86	23,56	28,27
-5	lempung berlanau	9		29,16	34,99	28,27	33,93
-6	kerikil	12		113,10	135,72	34,56	41,47
-7	kerikil	31		125,66	150,80	47,12	56,55
-8	lanau berpasir	50		138,23	165,88	59,69	71,63
-9	lempung berlanau	50		77,17	92,60	72,26	86,71
-10	lempung berlanau	50		89,73	107,68	84,82	101,79
-11	pasir	50		175,93	211,12	97,39	116,87
-12	pasir	50		188,50	226,19	109,96	131,95
-13	pasir	50		201,06	241,27	122,52	147,03
-14	lanau berpasir	50		213,63	256,35	135,09	162,11
-15	pasir	50		226,19	271,43	147,65	177,19
-16	pasir	50		238,76	286,51	160,22	192,27
-17	lanau berpasir	50		251,33	301,59	172,79	207,35
-18	lanau berpasir	50		263,89	316,67	185,35	222,42
-19	lanau berpasir	50		276,46	331,75	197,92	237,50
-20	lanau berpasir	50		289,03	346,83	210,49	252,58
-21	pasir	50		301,59	361,91	223,05	267,66
-22	lanau berpasir	50		314,16	376,99	235,62	282,74
-23	pasir	50		326,73	392,07	248,19	297,82
-24	lanau	50		339,29	407,15	260,75	312,90
-25	lanau	50		351,86	422,23	273,32	327,98
-26	lanau berpasir	50		364,42	437,31	285,88	343,06
-27	lanau berpasir	50		376,99	452,39	298,45	358,14
-28	lanau berpasir	50		389,56	467,47	311,02	373,22
-29	lanau berpasir	50		402,12	482,55	323,58	388,30
-30	pasir	50		414,69	497,63	336,15	403,38

■ Kontrol Tiang:



*Tempat di mana besarnya perpindahan normal dapat diketahui

Gbr. 6.11 Cara untuk menentukan permukaan tanah rencana untuk tiang.

Tiang-tiang terbenam di dalam tanah (Gbr. 6.11(a))

$$H_a = \frac{k \cdot D}{\beta} \cdot \delta_a \quad (6.8)$$

Tiang-tiang menonjol di atas tanah (Gbr. 6.11(b))

$$H_a = \frac{4EI \cdot \beta^3}{1 + \beta h} \cdot \delta_a \quad (6.9)$$

H_a = kapasitas daya dukung horizontal tiang

E = Modulus Elastisitas bahan

I = momen inersia penampang

δ_a = pergeseran normal (diambil sebesar 1 cm)

k = koefisien reaksi tanah dasar

$$= k_o y^{-0.5}$$

$= k_o = 0,2 E_o D^{-3/4}$ (nilai k apabila pergeseran diambil sebesar 1 cm)

y = besarnya pergeseran yang dicari

E_o = Modulus elastitas tanah (28 N)

h = Tinggi tiang yang menonjol di atas permukaan tanah

Daya dukung horizontal tiang borepile D-1200:

$$E = 4700 \times \sqrt{f_c} = 25742,9602 \text{ MPa}$$

$$E_o = 28 \text{ N} = 140 \text{ kg/cm}^2$$

Pergeseran tiang di dasar pile cap (δ) = 1 cm

$$I = 2898119 \text{ cm}^4$$

$$k = 0,885 \text{ kg/cm}^4$$

$$\beta = 4 \sqrt{\frac{k \times D}{4 \times E \times I}} = 0,0023 \text{ cm}$$

$$l_m = \frac{\pi}{2\beta} = 6,73 \text{ m}$$

Daya Dukung Gaya H Tiang Tegak

$$\delta a = 1 \text{ cm}$$

$$H_a = \frac{k D}{\beta} \delta a = 37,93 \text{ ton/tiang}$$

Tabel 4. 14 reaksi yang terjadi pada borepile

PERSYARATAN				TERJADI			
P ijin beban tetap		P ijin beban sementara		P beban tetap		P beban sementara	
P tekan (t)	P cabut (t)	P tekan (t)	P cabut (t)	P tekan (t)	P cabut (t)	P tekan (t)	P cabut (t)
(SF = 3)	(SF = 3)	(SF = 2)	(SF = 2.5)	(t)	(t)	(t)	(t)
593,38	478,78	890,08	574,53	349,6945	-	335,8741	27,707

4.13 Penulangan Pilar

Dari analisis pembebanan selanjutnya dilakukan kontrol pilar menggunakan SAP2000 dan perhitungan penulangannya.

Tabel 4. 15 perhitungan tulangan pilar

PILAR		
Beton :	fc'= 40	Mpa
Tulangan :	fy = 400	Mpa
cover	80	mm
diameter pilar	1850	mm
<u>Tul. Utama</u>		
As Perlu (mm ²) OutPut Sap	99274	
Penulangan	124 D32	
As Pasang (mm ²)	99727	
Cek	OK	
<u>Senggang</u>		
As Perlu (mm ²) OutPut Sap	1,822	
Penulangan	2D16 -100	
As Pasang (mm ²)	2,01	
Cek	OK	

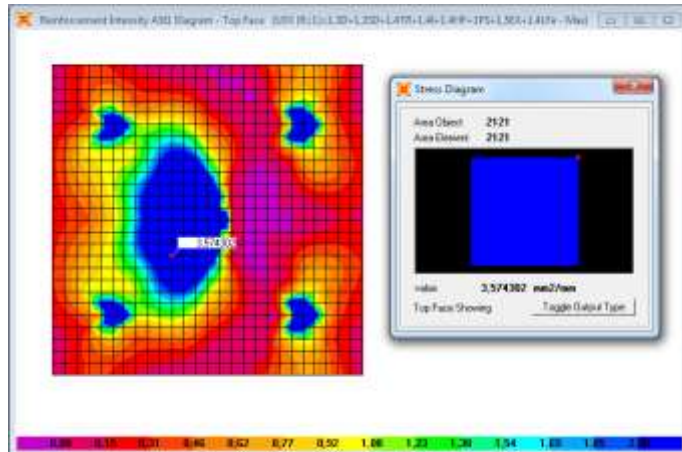
4.14 Penulangan Pilecap

Dari analisis pembebanan selanjutnya dilakukan kontrol pilar menggunakan SAP2000 dan perhitungan penulangannya.

Perhitungan analisis pilecap berdasarkan pembebanan dalam keadaan batas (ultimit). Beban yang dihitung dari beban P yang terjadi pada borepile, perhitungan analisis momen poer diambil dari SAP2000

Perhitungan penulangan pile cap:

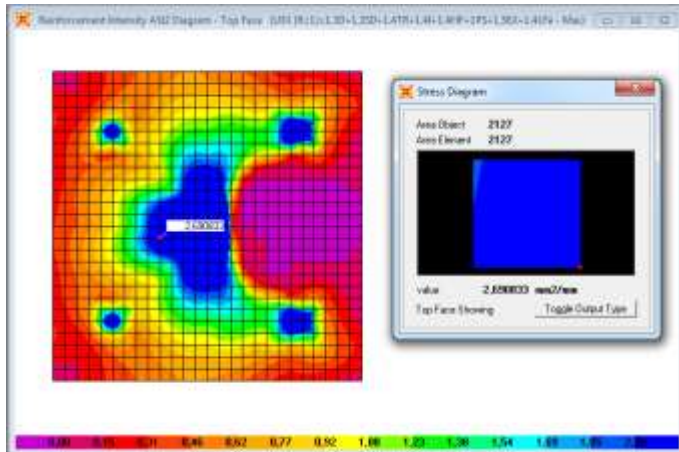
$F_c' = 30 \text{ MPa}$
 $F_y = 400 \text{ MPa}$
 $h = 2000 \text{ mm}$
 $b = 5500 \text{ mm}$
 $\text{cover (d')} = 100 \text{ mm}$



Gambar 4. 82 diagram kebutuhan tulangan pilecap Ast1 topface

PENULANGAN PILECAP	
Mutu Beton =	$f_c' = 40 \text{ Mpa}$
Mutu Tulangan =	$f_y = 400 \text{ Mpa (Ulr} \geq D13)$
TEBAL	= 2000 mm
LEBAR "b"	= 1000 mm
COVER BETON	= 80 mm
Perhitungan Tulangan	AST1 topface
Ast Output SAP2000 (mm ² /m')	= 3574,00
Penulangan	= D25 -100
Ast terpasang (mm ² /m')	= 4908,74
As terpasang > As perlu	= (OK)

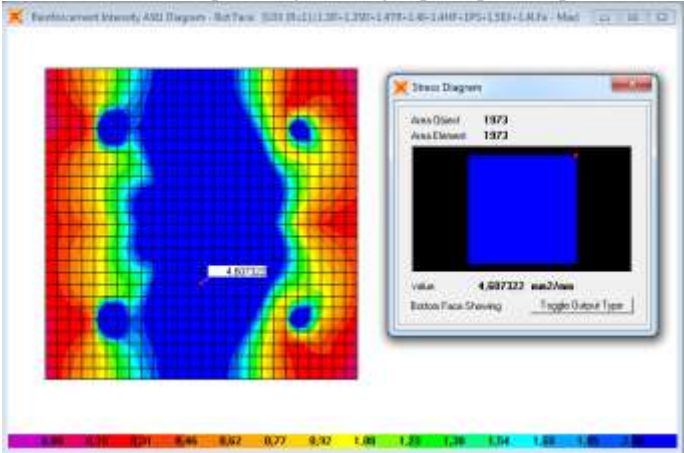
Gambar 4. 83 perhitungan tulangan pilecap Ast1 topface



Gambar 4. 84 diagram kebutuhan tulangan pilecap Ast2 toface

PENULANGAN PILECAP	
Mutu Beton =	$f_c' = 40 \text{ Mpa}$
Mutu Tulangan =	$f_y = 400 \text{ Mpa (Ulr } \geq D13)$
TEBAL	= 2000 mm
LEBAR "b"	= 1000 mm
COVER BETON	= 80 mm
Perhitungan Tulangan	AST2 toface
Ast Output SAP2000 (mm ² /m')	= 2690,00
Penulangan	= D25 -100
Ast terpasang (mm ² /m')	= 4908,74
As terpasang > As perlu	= (OK)

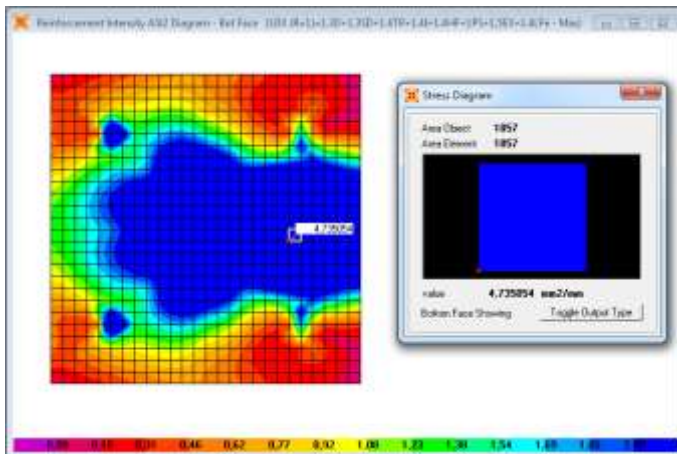
Gambar 4. 85 perhitungan tulangan pilecap ast2 topface



Gambar 4. 86 diagram kebutuhan tulangan pilecap ast1 bottomface

PENULANGAN PILECAP	
Mutu Beton =	fc' = 40 Mpa
Mutu Tulangan =	fy = 400 Mpa (Ulir ≥D13)
TEBAL	= 2000 mm
LEBAR "b"	= 1000 mm
COVER BETON	= 80 mm
Perhitungan Tulangan	AST1 botface
Ast Output SAP2000 (mm2/m')	= 4600,00
Penulangan	= D25 -100
Ast terpasang (mm ² /m')	= 4908,74
As terpasang > As perlu	= (OK)

Gambar 4. 87 perhitungan tulangan pilecap Ast1 bottom face



Gambar 4. 88 diagram kebutuhan tulangan pilecap

PENULANGAN PILECAP		
Mutu Beton =	$f_c' = 40 \text{ Mpa}$	
Mutu Tulangan =	$f_y = 400 \text{ Mpa (Ulr} \geq D13)$	
TEBAL	=	2000 mm
LEBAR "b"	=	1000 mm
COVER BETON	=	80 mm
Perhitungan Tulangan	AST2 botface	
Ast Output SAP2000 (mm ² /m')	=	4730,00
Penulangan	=	D25 -100
Ast terpasang (mm ² /m')	=	4908,74
As terpasang > As perlu	=	(OK)

Gambar 4. 89 perhitungan tulangan pilecap Ast2 botface

Kontrol geser pons

Bw= keliling pancang + tebal poer

$$= 942,47\text{mm} + 2000 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 &= 5768 \text{ mm} \\
 V_c &= \frac{1}{6} \sqrt{f_c} b_w d \\
 &= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{40} \cdot 5768 \cdot 1856 \\
 &= 11.324.010,89 \text{ N} \\
 V_u &= \frac{P_{max}}{0,75} = \frac{3358741}{0,75} = 4.478.321,3 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Syarat :

$$\begin{aligned}
 V_c &> V_u \\
 11.324.010,89 \text{ N} &> 4.478.321,3 \text{ N} \\
 &\text{(Tebal Poer Memenuhi)}
 \end{aligned}$$

▪ Kontrol Geser

$$\begin{aligned}
 V_u &= 4.478.321,3 \text{ N} \\
 V_u \text{ max} &= 0,2 \times f_c \times b_w \times d \\
 &= 85.943.200 \text{ N} \\
 \Phi V_c &= 0,9 \times V_{u \text{ max}} \\
 &= 0,9 \times 85.943.200 \text{ N} \\
 &= 77.348.880 \text{ N} \\
 V_u &< \Phi V_c \text{ (Kehancuran badan tidak akan terjadi)}
 \end{aligned}$$

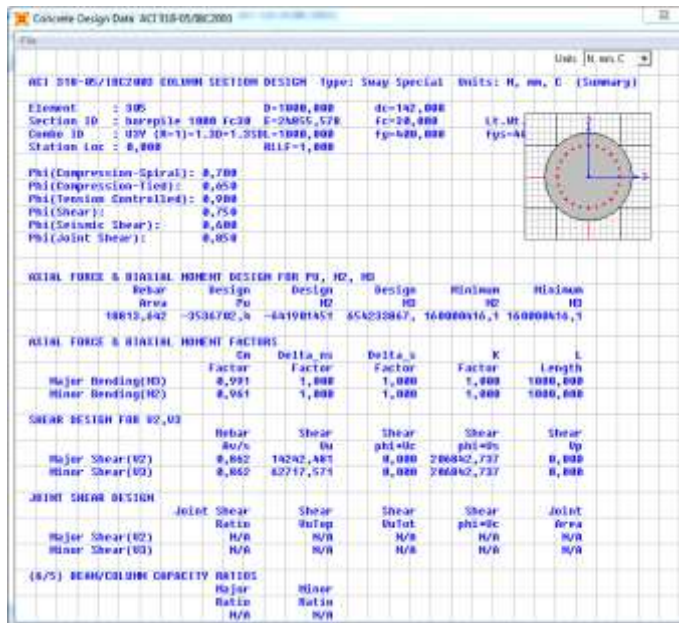
4.15 Penulangan borepile

Dari analisis pembebanan selanjutnya dilakukan kontrol pilar menggunakan SAP2000 dan perhitungan penulangannya.

Perencanaan Penulangan Borepile 1000mm:

Pada penulangan tiang borepile untuk pilar P11 digunakan program bantu SAP2000. Dengan memasukkan data sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 F_c' &= 30 \text{ MPa} \\
 F_y &= 400 \text{ MPa} \\
 D &= 1000 \text{ mm} \\
 \text{Cover} &= 100 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



Gambar 4. 90 Kebutuhan tulangan borepile output SAP2000

Tabel 4. 16 perhtungan tulangan borepile

BOREPILE	
Mutu Beton	$f_c' = 30 \text{ Mpa}$
Tulangan	$f_y = 400 \text{ Mpa}$
cover	100 mm
<u>Tul. Utama</u>	
As Perlu (mm^2)	11309
OutPut Sap	
Penulangan	30 D22
As Pasang (mm^2)	11404
Cek	OK
<u>Sengkang</u>	
As Perlu (mm^2)	1,030
OutPut Sap	
Penulangan	2D16 -200
As Pasang (mm^2)	2,01
Cek	OK

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

METODE PELAKSANAAN

5.1 Pekerjaan Persiapan

Pelaksanaan pekerjaan persiapan merupakan salah satu metode dalam pelaksanaan konstruksi. Penerapan metode tersebut, terkait erat dengan kondisi lapangan dan jenis proyek yang dikerjakan karena setiap jenis proyek pasti memiliki keunikan dan perlakuan yang berbeda-beda.

5.1.1 Pembuatan Jalan Kerja

Jalan kerja adalah jalur lalu lintas kendaraan proyek, baik untuk truk material, truk *mixer* maupun untuk mobilisasi alat-alat berat. konstruksi jalan kerja bersifat sementara, tapi dalam perencanaannya harus diperhitungkan beban lalu lintas yang akan melewatinya.

Dalam proyek LRT ini, jalan kerja difungsikan sebagai sarana lalu lintas truk material, truk *mixer* dan juga *mobile crane*. Karena kondisi tanah cukup baik (cukup kuat), maka jalan kerja sementara dibuat menggunakan plat besi dengan ketebalan yang telah ditentukan.

Penempatan Jalan Kerja :

Lokasi proyek yang berada pada sisi jalan utama memungkinkan posisi jalan kerja yang tidak mengganggu lalu lintas kota, namun jika lokasi proyek berada pada tengah/median jalan kota, maka perlu diperhitungkan rekayasa lalu lintas yang harus dilakukan. Perlu juga dibangun jembatan sementara apabila jalan kerja melewati trotoar ataupun saluran umum sebagai pengaman. Oleh karena itu perlu melaporkan kepada Dinas/Instansi terkait. Jalan kerja juga baiknya dibuat searah agar tidak mengganggu kegiatan pembangunan.



Gambar 5. 1 Contoh jalan kerja untuk Mobile Crane

5.1.2 Pembuatan Lokasi Gudang Material dan Peralatan

Gudang material adalah tempat penyimpanan material, dimana kondisi tersebut harus dijaga agar tempat kering dan tidak lembab. kondisi gudang sangat mempengaruhi kualitas bahan dan peralatan yang digunakan. Gudang peralatan adalah tempat menyimpan alat-alat ringan seperti mesin genset, *vibrator* untuk pemadatan beton, alat-alat pengukuran serta peralatan lainnya.

Penempatan Gudang :

Untuk mempermudah proses bongkar muat material, penempatan gudang tidak jauh dari jalan kerja dan dapat dijangkau oleh *tower crane*. untuk mempermudah proses penerimaan barang, gudang material sebaiknya diletakkan dekat dengan pintu masuk. Gudang material dan peralatan juga harus diletakkan pada tempat yang mudah dimonitor, sehingga terjamin keamanannya.

5.1.3 Los Kerja Besi dan Kayu

Los kerja besi adalah tempat pemotongan dan pembengkokan besi beton. Los kerja kayu digunakan sebagai tempat pembuatan bekisting dan pekerjaan kayu lainnya. Kedua fasilitas tersebut dibangun tanpa dinding

tetapi diberi penutup atap. Bentuk dan ukurannya harus dapat menjamin keselamatan dan ketentraman para pekerja.

Penempatan :

Penempatan los kerja besi dan kayu tidak jauh dari gudang penumpukan material dan berada di dekat jalur kerja agar memudahkan proses pelaksanaan.

5.1.4 Pekerjaan Pembersihan Lahan

Pembersihan lokasi ini dilakukan untuk mempermudah mobilisasi alat berat ke lokasi proyek dan demobilisasi setelah semua pekerjaan selesai.

Alat untuk pekerjaan pembersihan adalah :

1. Bulldozer

5.1.5 Pengukuran dengan Alat

Seluruh pekerjaan konstruksi selalu didahului pekerjaan pengukuran, Pekerjaan pengukuran bertujuan untuk menentukan batas daerah kerja, elevasi pemancangan, titik pemancangan dan lain sebagainya. Alat – alat ukur yang diperlukan pada saat pengukuran seperti waterpass, theodolit, dan alat bantu lainnya.



Gambar 5. 2 Pengukuran dengan Waterpass

5.1.6 Pembuatan Direksi Keet

Direksi Keet adalah ruangan yang dibangun sebagai tempat pekerja bagi para staff dari kontraktor, pengawas maupun pemilik proyek dilapangan. ruangan ini dilengkapi beebraapa fasilitas seperti ruang pimpinan, ruang rapat, ruang kerja staff, musholla dan toilet. Ukuran ruangan ini bervariasi antara 60 m² – 200 m², baik bertingkat maupun tidak diseusaikan dengan bentuk lapangan. Ada dua macam direksi Keet yaitu menggunakan kontainer atau menggunakan sistem rakitan (lebih umum digunakan).

Penempatan Direksi Keet :

Pada umumnya dibangun diatas lahan yang tidak terpakai. Letak bangunan tersebut dibangun sesuai dengan keinginan pemilik proyek, tetapi penempatannya tidak boleh mengganggu transportasi atau kegiatan yang akan berlangsung.

5.2 Mobilisasi dan Demobilisasi

Mobilisasi adalah kegiatan mendatangkan sumber daya yang digunakan seperti alat-alat berat, material dan tenaga kerja ke lokasi proyek.

Mobilisasi alat berat dapat menggunakan jalur kerja yang sudah disediakan sebelumnya.

Untuk material beton precast U-Girder diletakkan di depan direksi keet untuk mempermudah proses pengangkutan menuju lokasi proyek. Tulangan baja diletakkan dibelakang direksi keet sekaligus tempat fabrikasi tulangan. Sedangkan tempat penumpukan tiang pancang diletakkan pada sepanjang jalur kerja karena untuk mempermudah proses pengangkutan dengan truk. Sedangkan kebutuhan alat berat yang didatangkan adalah:

- Mobile crane
- Mesin Bor pile
- Bulldozer
- Truk Mixer

5.3 Pekerjaan Bangunan Pondasi

5.3.1 Pekerjaan Persiapan

- Marking dan penomoran pengeboran.
- Pembuatan bak penampungan yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara air buangan.
- Pompa air kotor
- Material pendukung (tanah liat dan beton readymix)
- Perakitan tulangan baja.

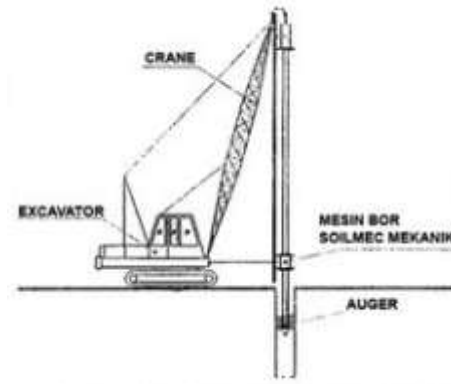
5.3.2 Pekerjaan Pengeboran

Melihat kondisi tanah yang ada dilapangan, maka digunakan sidtem pengeboran metode basah. Air digunakan untuk menghancurkan material tanah dan mengurangi gesekan dalam lubang.

Pengeboran menggunakan *Cross Drill* dibantu dengan semprotan air (air berlumpur) yang mengalir melalui lubang batang yang difungsikan untuk menghancurkan tanah sehingga tanah dapat diangkut keluar lubang.

Pembersihan tahap pertama dilakukan dengan penyemprotan air selama ± 10 menit setelah kedalaman rencana tercapai.

Untuk memastikan kondisi lubang telah bersih digunakan bor spiral yang berfungsi untuk membawa dan memotong tanah sisa yang tidak dibawa oleh air. Dengan sistem ini, diharapkan bahwa semua sisa pengeboran bias terangkat. Tahap ini adalah langkah terakhir dari pengeboran.



Gambar 5. 3 Pengeboran Bore Pile

5.3.3 Pekerjaan Pembesian

Tahap selanjutnya adalah pemasangan besi beton dan pipa tremie untuk pengecoran. Kerangka baja tulangan sesaat setelah dilakukan pekerjaan pengeboran, hal ini dilakukan karena jika tertunda terlalu lama, tanah pada lubang bor bisa rusak dan bisa-bisa perlu dilakukan pengeboran lagi. Oleh karena itu tulangan rakitan harus sudah disiapkan tidak jauh dari lokasi pengeboran.

Kerangka baja tulangan yang telah diinstal diangkat dengan bantuan diesel dan *power winch* dalam posisi tegak lurus terhadap lubang bor dan diturunkan dengan hati-hati agar tidak terjadi banyak singgungan terhadap lubang bor. Baja tulangan yang telah dimasukkan dalam lubang bor ditahan dengan potongan tulangan yang diletakkan melintang lebar bor.

Setelah rangka tulangan terpasang, maka pipa tremie harus dimasukkan ke dalam lubang dengan panjang sesuai kedalaman lubang bor. Bila dalam pemasangan tulangan terjadi keruntuhan, maka harus dilakukan pembersihan ulang dengan memompa air ke dalam stang bor dan pipa

tremie agar tanah dan reruntuhan yang menempel pada besi tulangan dapat dibersihkan kembali.



Gambar 5. 4 Pembesian dan Penahan Tulangan Melintang

5.3.4 Pekerjaan Pengecoran

Tahap selanjutnya adalah pengecoran bore pile kedalam lubang cor. berikut langkah-langkahnya :

1. Untuk memisahkan adukan beton dari lumpur limbah pengeboran diawal pengecoran, maka digunakan kantong plastik yang diisi adukan beton dan diikat dengan kawat beton kemudian digantung dibagian dalam lubang tremie satu meter kebawah lubang tremie.
2. Setelah persiapan pengecoran selesai, beton ditampung didalam corong tremie dan ditahan oleh bola plastik yang berisi adukan beton, setelah cukup penuh bola kantong plastik dilepas sehingga beton dapat mendorong lumpur yang ada pada lubang tremie. Pengecoran dilakukan terus menerus untuk menghindari kemacetan pada pipa tremie. Dengan sistem tremie ini, pengecoran dimulai dari dasar lubang agar mendorong air/lumpur dari bawah menuju keluar lubang.
3. Pengecoran dilakukan dengan bantuan vibrator untuk membantu aliran campuran beton kedalam lubang agar tidak ada udara yang terjebak dalam campuran beton.

4. Jika campuran beton tidak bisa turun lebih jauh, dengan kata lain permukaan campuran beton semakin meningkat. Maka pipa tremie bisa ditarik perlahan-lahan sambil terus menuangkan campuran beton. Penarikan pipa tremie ini harus dijaga sehingga ujung bawah pipa tetap terendam 1 meter didalam campuran beton. Pipa tremie bisa diangkat jika campuran beton telah naik lebih dari 3 meter di bawah pipa tremie.
5. Pengecoran dihentikan saat campuran beton sampai ke permukaan lubang (meluap) dan benar-benar bersih dari lumpur atau kotoran lainnya.
6. Tahap pengeboran diatas dilanjutkan ke titik pengeboran yang lain sesuai nomor pengeborannya.



Gambar 5. 5 Pengecoran dengan Ready Mix

5.4 Pekerjaan Pile Cap

5.4.1 Pekerjaan Penggalian dan Pembersihan

Sebelum pekerjaan dimulai, perlu dilakukan pekerjaan persiapan terlebih dahulu dengan menentukan as

pile cap dengan menggunakan *theodolit* dan *waterpass* berdasarkan *shop drawing* yang dilanjutkan dengan pemasangan patok as *pile cap*.

Selanjutnya dilakukan penggalian ke kedalaman yang diinginkan dan penggalian disesuaikan dengan dimensi *pile cap*.

Setelah dilakukan penggalian sesuai kedalaman, lalu dilakukan pembobokan/pemotongan kepala *Bored Pile* tiang pancang yang mengalami kelebihan.



Gambar 5. 6 Penggalian



Gambar 5. 7 Pemotongan Kepala Bor Pile

5.4.2 Pekerjaan Bekisting

Sebelum pekerjaan bekisting dimulai, perlu dilakukan urugan pasir setebal 5 cm pada dasar penggalian. Setelah itu bisa langsung ketahap selanjutnya dengan dibuat lantai kerja (*lean concrete*) maupun tanpa lantai kerja (langsung cor).

Pada tepi penggalian dapat digunakan bekisting dari kayu ataupun dibuat menggunakan pasangan batako putih.

5.4.3 Pemasangan Pembesian

Penulangan pada *pile cap* dikerjakan berdasarkan spesifikasi dari gambar rencana.

5.4.4 Pekerjaan Pengecoran

Persiapan pengecoran yang harus dilakukan yaitu telah disiapkannya lahan cor yang bersih dari segala macam kotoran seperti potongan kaso, multiplek, kawat besi dan puntung rokok.

Sebelum dilakukan penuangan adukan beton harus di test slump terlebih dahulu dengan nilai slump ± 12 cm. Setelah beton memenuhi, dapat dilakukan penuangan beton pada area *pile cap* yang telah disiapkan dengan diiringi dengan penggunaan *vibrator* agar tidak ada celah antara tulangan.

5.5 Pekerjaan Pilar

Pekerjaan Pilar dilakukan dengan tiga tahap pembesian, bekisting dan pengecoran. Dengan tinggi pilar 12 meter perlu dilakukan tahap yang berbeda setiap 4 meter agar memudahkan pelaksanaannya.

5.5.1 Pekerjaan Pembesian

Penulangan pada pilar dikerjakan berdasarkan spesifikasi dari gambar rencana. tulangan dipisahkan masing-masing tinggi 4 meter dan disambung dengan kawat bendrat. Setelah itu dilakukan pengecekan kelurusan pemasangan menggunakan alat *Theodolit*.

5.5.2 Pemasangan Bekisting

Bekisting menggunakan konstruksi *Formwork* dengan tinggi 4 meter dan dimensi sesuai dimensi pilar yang direncanakan. Pada sekeliling *Formwork* dipasang instalasi *scaffolding* sebagai lantai kerja bagi pekerja agar memudahkan pekerjaan. Setelah itu dilakukan pengecekan kelurusan pemasangan menggunakan alat *Theodolit*.



Gambar 6. 1. Contoh *Formwork*

5.5.3 Pekerjaan Pengecoran

Setelah dipasang bekisting dan *scaffolding*, selanjutnya disiapkan beton yang siap untuk dilakukan pengecoran. Namun sebelum itu, perlu dilakukan uji slump dan pengambilan sampel beton berupa 4 sampel silinder untuk penentuan hari pelepasan bekisting apakah perlu 7 hari, 14 hari, 21 hari, atau 28 hari.

Setelah semua telah dilakukan maka dapat dilakukan pengecoran pada tahap pertama (4 meter awal), tapi perlu diperhatikan perlu dilakukan pengrojokan menggunakan setiap 1/3 dari tinggi *framework* agar beton dapat merata pada pilar dan tidak tersisa udara.

5.5.4 Pelepasan Bekisting

Setelah hasil cor tahap pertama sudah cukup kering dan kuat tekan beton melebihi hasil uji tekan sebelumnya, *formwork* dapat dinaikkan pada elevasi berikutnya (tahap 2).

5.6 Pekerjaan Kepala Pilar

Kepala pilar atau *pier head* pada proyek ini menggunakan *precast* yang telah dipesan khusus. *Precast* ini berbentuk persegi panjang dengan tebal 440 mm dan lebar 9,4 meter.

Pengangkatan kepala pilar menggunakan alat *mobile crane* dan diletakkan pada atas pilar untuk dilakukan penyatuan pilar dan kepala pilar.

Agar bisa diletakkan secara pas pada pilar, untuk instalasi/penyambungan pilar dengan kepala pilar perlu diperhatikan bahwa tulangan yang dari pilar harus bisa masuk pada slot pada kepala pilar.

Setelah diletakkan dengan presisi, selanjutnya dilakukan proses *grouting* untuk mengisi celah diantara lubang pada kepala pilar dan tulangan dari pilar.



Gambar 6. 2. Pengangkatan *Pier Head*

5.7 Pekerjaan Pemasangan U-Girder

Pemasangan u girder pracetak dilakukan dengan metode span by span. Metode span by span adalah metode pelaksanaan konstruksi jembatan pracetak, dimana satu bentang jembatan dikerjakan sampai selesai dengan bantuan crane, kemudian berlanjut ke bentang berikutnya. Proses tersebut berulang sampai seluruh bentang jembatan tersambung.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VI

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan pada Bab sebelumnya, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada U-shape girder diperlukan jumlah tendon sebanyak 16 dengan maksimum strand 12 buah dan minimum 3 buah strand. Selain itu juga dibutuhkan tulangan 25-100 pada lapangan dan 29-100 pada tumpuan.
2. Pada Pierhead diperlukan jumlah tendon sebanyak 5 buah dengan maksimum strand 6 buah dan minimum 5 buah strand. Juga dipasang tulangan D29-150 pada pierhead.
3. Pilar yang digunakan berbentuk bulat dengan diameter 1850mm dengan tulangan terpasang 124 D32 dengan %tulangan sebesar 3,71%
4. Pondasi menggunakan borepile dengan diameter 1200mm kedalaman 20m yang direncanakan dengan konstanta pegas.
5. Metode pelaksanaan prestress u-shape girder menggunakan precast post tension dengan jacking sejajar arah tendon, untuk tendon tengah bentang di jacking dengan cara dibelokkan keluar dari penampang.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No.60 tahun 2012. Persyaratan teknis jalur kereta api
- Lin, T. Y. & Burn, Ned H., 1993. *Desain Struktur Beton Prategang*. Third Ed. Jakarta: Erlangga.
- Nawy, Edward G. 2001. *Desain Beton Prategang – Suatu Pendekatan Mendasar*. Third Ed. Jakarta: Erlangga.
- AREMA (*American railway engineering and maintenance-of-way association*) 2010
- ACI (*American concrete institute*) 358.1R-92 *Analysis and design of reinforced and prestressed-concrete guideway structure*
- ACI (*American concrete institute*) 343.1R-95 *Analysis and design of reinforced concrete bridge structure*
- RSNI T-02-2002. Standar Pembebanan Untuk Jembatan
- RSNI 2833-2013. Perancangan jembatan terhadap beban gempa
- SNI 1726-2012. Tata Cara Desain Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
- SNI 1727-2013. Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
- SNI 2847-2013. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.
- SNI 2847-2002. Tata Cara Perhitungan Struktural Beton Untuk Bangunan Gedung
- SNI 7833-2012. Tata Cara Perancangan Beton Pracetak dan Beton Prategang untuk Bangunan Gedung.
- SNI T-12-2004. Perencanaan struktur beton untuk jembatan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

BORING NUMBER SI C1TM 011

PAGE 1 OF 3



TIGENCO GRAHA PERSADA

PROJECT SOIL INVESTIGATION LIGHT RAIL TRANSIT

LOCATION CAWANG - TMII

CLIENT PT. ADHI KARYA

DATE STARTED 20/9/15 COMPLETED 23/9/15

DRILLER kusnawi

DRILLING METHOD Continuous Boring

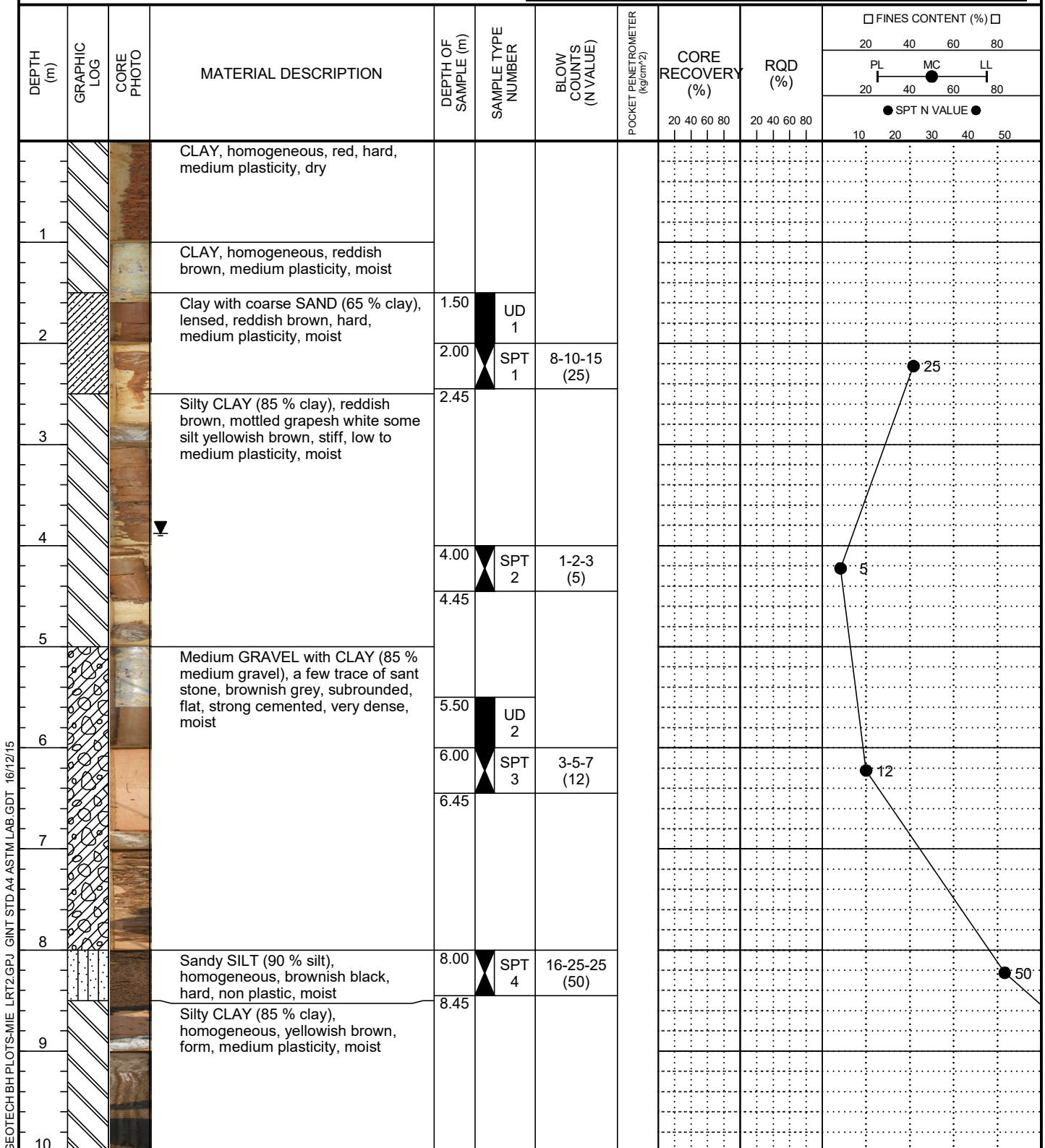
LOGGED BY Budi F CHECKED BY Andrianto HN

REMARKS _____

NORTHING,EASTING,ELEV. 9308542.989 , 707204.859 , 24.093 m

GROUND WATER LEVELS, AVERAGE: 3.88

DATE	START	END	DATE	START	END	DATE	START	END
20/09/2015	N/A. m	2.50 m	21/09/2015	4.20 m	2.80 m	22/09/2015	3.60 m	4.00 m
23/09/2015	4.75 m	5.30 m						



BORING NUMBER SI C1TM 011

PAGE 2 OF 3



TIGENCO GRAHA PERSADA

PROJECT SOIL INVESTIGATION LIGHT RAIL TRANSIT

LOCATION CAWANG - TMII

CLIENT PT. ADHI KARYA

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	CORE PHOTO	MATERIAL DESCRIPTION	DEPTH OF SAMPLE (m)	SAMPLE TYPE NUMBER	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PENETROMETER (kg/cm ²)	CORE RECOVERY (%)	RQD (%)	□ FINES CONTENT (%) □	
										20 40 60 80	20 40 60 80
										PL MC LL 20 40 60 80	● SPT N VALUE ● 10 20 30 40 50
11			Sandy SILT with medium coarse (70 % silt), lensed, grey, hard, moist	10.00	SPT 5	26-50/10					>>●
			Medium SAND with SILT (80 % sand), homogeneous, brownish black, weak, dense, moist	10.25							
12											
13			Fine SAND with SILT and a few trace of sand stone (60 % sand), lensed, black, weak, very dense, moist	12.00	SPT 6	14-26-24/8					>>●
			Medium SAND with SILT (80% sand), homogeneous, brownish black, weak, dense, moist	12.38							
14											
15			Sandy SILT with medium gravel (60% silt), a few trace of sand stone, lensed, black, hard, low plasticity, moist	14.00	SPT 7	8-15-35/10					>>●
			Fine SAND with SILT (80 % sand), homogeneous, brownish black, weak cemented, dense, moist	14.40							
16											
17			Fine SAND with SILT (80 % sand), homogeneous, black, weak cemented, dense, moist	16.00	SPT 8	27-50/9					>>●
				16.24							
18			Sandy SILT (80 % silt), homogeneous, grey, very hard, low plasticity, moist	18.00	SPT 9	50/10					>>●
				18.10							
19											
20											
21			Medium SAND with SILT (85 % sand), homogeneous, black, weak to strong cemented, very dense, moist	20.00	SPT 10	50/8					>>●
				20.08							

GEOTECH BH PLOTS-MIE LRT2.GPJ GINT STD A4 ASTM LAB.GDT 16/12/15

BORING NUMBER SI C1TM 011

PAGE 3 OF 3



TIGENCO GRAHA PERSADA

PROJECT SOIL INVESTIGATION LIGHT RAIL TRANSIT

LOCATION CAWANG - TMII

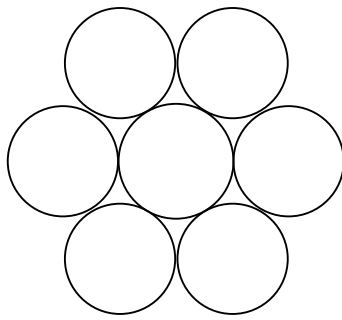
CLIENT PT. ADHI KARYA

DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	CORE PHOTO	MATERIAL DESCRIPTION	DEPTH OF SAMPLE (m)	SAMPLE TYPE NUMBER	BLOW COUNTS (N VALUE)	POCKET PENETROMETER (kg/cm ²)	CORE RECOVERY (%)	RQD (%)	☐ FINES CONTENT (%) ☐				
										20 40 60 80				
										PL MC LL				
										20 40 60 80				
● SPT N VALUE ●														
10 20 30 40 50														
22			Sandy SILT (75 % silt), a few trace of medium gravel subangular, grey, strong cemented, lensed, hard, moist	22.00	✖ SPT 11	26-50/9					>>●			
23			Medium SAND with SILT (85 % sand),homogeneous, black, weak cemented to strong cemented, very dense, moist	22.24										
24			SILT, blacky grey, hard, low plasticity, moist	24.00	✖ SPT 12	29-50/7					>>●			
25			SILT, homogeneous, grey, very hard, low plasticity, moist	24.22										
26			Sandy SILT (85 % silt), homogeneous, grey, very hard, low plasticity, moist	26.00	✖ SPT 13	50/12					>>●			
27				26.12										
28				28.00	✖ SPT 14	50/10					>>●			
29				28.10										
30			Fine SAND with SILT (55 % sand), homogeneous, black, weak cemented, dense, moist	30.00	✖ SPT 15	26-50/8					>>●			
			Bottom of borehole at 30.23 meters.	30.23										

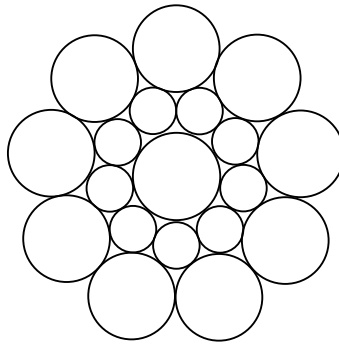
Strand



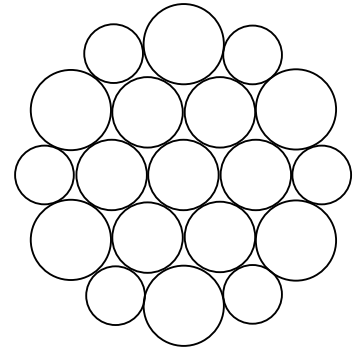
The strand to fit OVM Post-tensioning System should comply with ASTM416, GB/T 5224, prEN 10138 or JIS G3536. The strand could be bare, galvanized or epoxy-coated.



Cross-section of 13/15/18mm strand



Cross-section of 22mm strand



Cross-section of 28mm strand

Main Data

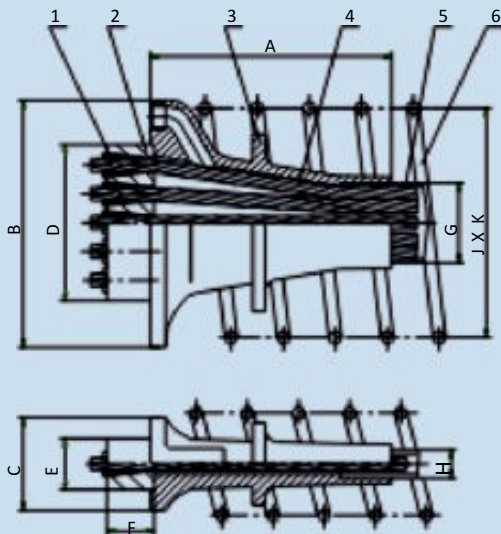
Type	13mm (0.5")				15mm (0.6")				18mm	22mm	28mm
Designation	prEN 10138-3 (2006) Y1860S7	ASTM416-06 Grade 270	GB/T 5224-2003		prEN 10138-3 (2006) Y1860S7	ASTM416-06 Grade 270	GB/T 5224-2003		JIS G3536 -2008	JIS G3536 -2008	JIS G3536 -2008
Nom. Dia. (mm)	12.5	12.9	12.7	12.7	15.3	15.7	15.24	15.2	17.8	21.8	28.6
Nom. Cross Section (mm ²)	93	100	98.7	98.7	140	150	140	140	208.4	312.9	532.4
Nom. Mass (Kg/m)	0.726	0.781	0.775	0.775	1.093	1.172	1.102	1.101	1.652	2.482	4.229
Nom. Yield Strength (MPa)	1634	1640	1675		1636	1640	1676				
Nom. Tensile Strength (MPa)	1860	1860	1860	1860	1860	1860	1860	1860			
Min. Breaking Load (kN)	173	186	183.7	184	260	279	260.7	260	387	573	949
Young's Modulus (Gpa)	Approx. 195										
Relaxation after 1,000h at 20° C at 70% breaking load	Max. 2.5										

Stressing-end Slab Anchorage BM13/15

Slab anchorage is widely used in high-rise buildings, which ensures greater span with reduced structural floor depth, proven to be a rapid and economical solution.



Stressing-end Slab Anchorage



- 1.Wedge 2.Slab anchor head 3.Slab bearing plate
4.Strand 5.Steel flat duct 6.Spiral reinforcement

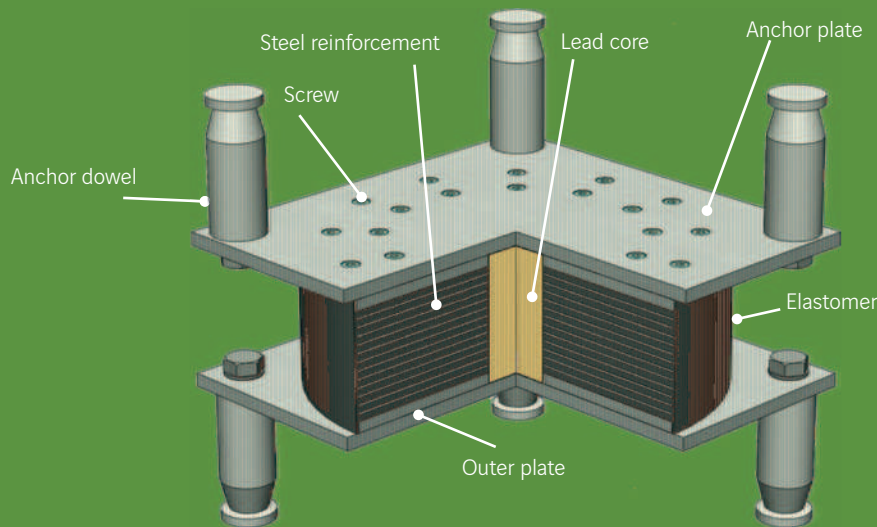


Main Data

Unit:mm

Strand Number	Bearing plate			Anchor head			Duct		Spiral reinforcement
	A	B	C	D	E	F	G	H	J x K
2	120	150	70	80	48	50	50	19	130 x 100
3	150	180	70	115	48	50	60	19	170 x 100
4	210	220	70	150	48	50	70	19	210 x 100
5	250	260	70	185	48	50	90	19	250 x 100

ISOLATION: ISOSISM[®] LRB



3D view of an ISOSISM[®] LRB

Design

- The ISOSISM[®] LRB (Lead Rubber Bearing) is an isolator designed using an elastomeric block (natural rubber) reinforced with steel bonded by vulcanising. It has one or more cylindrical lead cores. The damping provided by the ISOSISM[®] LRB results from the nature of the elastomeric compound and the lead cylinder, and reduces the acceleration and displacement of structures during a seismic event. It conforms to EN 15129 and can be supplied with the CE marking to this effect.
- It is usually a type C isolator (fitted with outer plates) manufactured to the dimensions required for the project. It is available in square or round formats.
- It can be designed and manufactured according to other international standards like AASHTO, ASCE, etc.

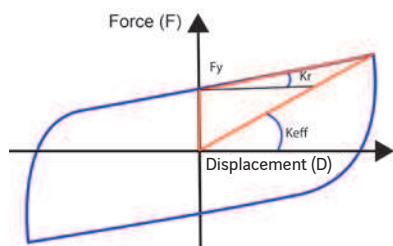
Behaviour law

The behaviour law of the ISOSISM[®] LRB can be modelled as follows:

There are two possible structural design approaches:

Linear calculation: $F = K_{eff} D$

Non-linear calculation: $F = F_y + K_r D$



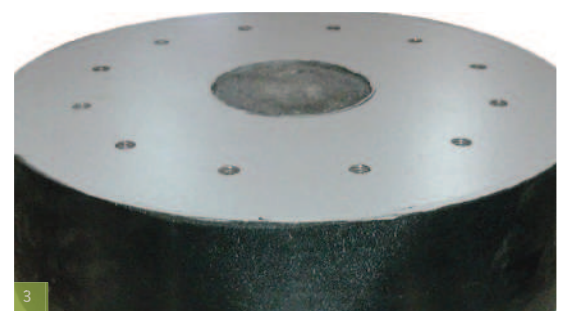
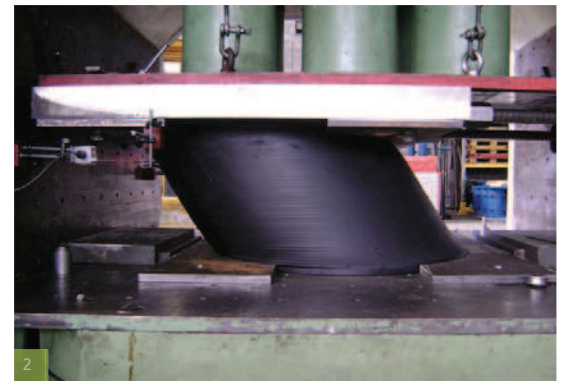
K_r : Second branch stiffness
 K_{eff} : Effective stiffness
 F : Horizontal force
 D : Displacement
 F_y : Elastic force of the lead

The damping is obtained by the properties of the lead core and the nature of the elastomer.

Specific features

The ISOSISM[®] LRB has numerous applications in buildings, nuclear power plants, civil engineering structures, etc.

It isolates the structure from the movement of the ground by forming flexible connections that increase the fundamental period of vibration of the structure to be protected and reduce its acceleration by a ratio from two to three.



Main properties

- High recentring capability.
- High damping capacity ($\xi \leq 30\%$).
- Moderate maximum displacement.
- Zero maintenance.

1. Antalya Airport, retrofitting with ISOSISM[®] LRB isolators - Turkey
 2. Testing an ISOSISM[®] LRB
 3. ISOSISM[®] LRB with a lead core



Range

Two types of mixture are available for different shear modulus G values:

- Model LRB 0.4 - 10: Modulus $G=0.4$ MPa
- Model LRB 0.8 - 10: Modulus $G=0.8$ MPa

\varnothing : Isolator diameter

V_{max} : Maximum vertical load under zero displacement

V_{seism} : Maximum vertical load under maximum displacement

K_{eff} : Effective stiffness of the isolator

H : Total height of the isolator

T_r : Total elastomer thickness

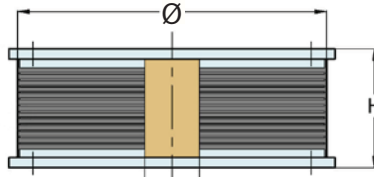
Δ_{max} : Maximum horizontal displacement

F_y : Elastic force of the lead

K_r : Horizontal stiffness of the elastomer

ξ_{eff} : Effective damping

K_{ip} : Stiffness of the lead



Ø	T _r	LRB 0.4 - 10										LRB 0.8 - 10									
		H	Δ _{max}	V _{max}	V _{seism}	K _r	K _{ip}	F _y	K _{eff}	ξ _{eff}	H	Δ _{max}	V _{max}	V _{seism}	K _r	K _{ip}	F _y	K _{eff}	ξ _{eff}		
mm	mm	mm	mm	kN	kN	kN/mm	kN/mm	kN	kN/mm	%	mm	mm	kN	kN	kN/mm	kN/mm	kN	kN/mm	%		
Ø300	45	129	110	1,430	820	0.59	5.89	34	0.87	26	129	95	2,380	1,550	1.12	11.17	60	1.70	27		
Ø300	70	169	170	920	290	0.38	3.79	34	0.56	26	169	150	1,640	680	0.72	7.18	60	1.08	27		
Ø350	55	145	135	2,200	1,230	0.65	6.53	49	0.98	27	165	115	3,290	2,390	1.25	12.48	80	1.88	27		
Ø350	75	177	185	1,610	600	0.48	4.79	49	0.72	27	197	160	2,920	1,350	0.92	9.15	80	1.37	27		
Ø400	60	147	150	2,870	1,670	0.79	7.85	60	1.15	26	167	130	3,620	3,200	1.50	14.99	102	2.21	26		
Ø400	90	192	225	1,950	630	0.52	5.24	60	0.77	26	212	195	3,540	1,490	1.00	9.99	102	1.48	26		
Ø450	72	165	180	3,940	2,180	0.83	8.26	80	1.23	27	185	155	4,580	4,190	1.57	15.71	136	2.37	27		
Ø450	108	219	260	2,620	770	0.55	5.51	80	0.83	27	239	230	4,580	1,740	1.05	10.47	136	1.59	27		
Ø500	84	197	210	4,380	2,360	0.87	8.67	110	1.34	28	217	180	4,890	4,680	1.67	16.66	165	2.50	27		
Ø500	126	257	290	2,920	870	0.58	5.78	110	0.92	29	277	270	4,890	1,780	1.11	11.11	165	1.67	27		
Ø550	88	198	220	5,460	3,050	1.01	10.10	119	1.50	27	228	190	6,940	5,900	1.93	19.29	196	2.87	27		
Ø550	144	275	320	3,360	1,000	0.62	6.17	119	0.95	28	312	310	6,100	1,840	1.18	11.79	196	1.75	27		
Ø600	96	209	240	6,540	4,010	1.10	11.04	136	1.62	26	260	205	8,250	7,690	2.09	20.94	242	3.17	27		
Ø600	144	275	350	4,810	1,390	0.74	7.36	136	1.09	26	332	310	8,250	3,120	1.40	13.96	242	2.11	27		
Ø650	108	252	270	7,870	4,290	1.15	11.50	165	1.70	26	272	230	8,650	8,340	2.19	21.89	280	3.29	27		
Ø650	162	330	380	5,250	1,530	0.77	7.67	165	1.16	27	350	350	8,650	3,180	1.46	14.59	280	2.19	27		
Ø700	120	264	300	8,590	4,600	1.20	11.98	196	1.79	27	315	260	11,340	8,980	2.29	22.89	320	3.41	27		
Ø700	170	334	410	6,060	1,780	0.85	8.46	196	1.28	27	390	365	11,030	4,040	1.62	16.16	320	2.41	27		
Ø750	130	298	325	10,370	5,530	1.26	12.63	242	1.94	28	350	280	13,000	10,870	2.42	24.17	378	3.64	27		
Ø750	170	354	425	7,930	2,540	0.97	9.66	242	1.48	28	410	365	13,000	5,950	1.85	18.48	378	2.79	27		
Ø800	132	296	330	11,220	6,540	1.41	14.08	293	2.21	28	358	285	16,190	12,950	2.71	27.12	425	4.07	27		
Ø800	176	356	440	8,960	3,150	1.06	10.56	293	1.66	28	426	380	16,190	7,220	2.03	20.34	425	3.05	27		

Range given for guidance. Other models can be considered upon request.

Structural connections

Different configurations for installation on the structure are possible.

The isolators are connected to steel structures using bolts.

They are connected to concrete structures using anchor dowels or studs.

The fixing principle is the same as for ISOSISM® HDRB isolators.

TABLE: Joint Displacements		DISPLACEMENT PADA SAYAP U-GIRDER		
		mm	mm	mm
Joint	OutputCase	U1	U2	U3
34	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	233,182473	24,218356	-4,541228
580	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	233,044092	24,175835	-3,951637
596	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	243,265499	32,90452	-4,675673
989	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	243,206651	33,25343	-4,819864
992	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	243,067581	33,697539	-4,607775
995	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	242,870703	34,082276	-4,359325
998	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	242,632138	34,406791	-4,136933
1001	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	242,34954	34,733701	-3,947712
1004	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	242,021639	35,004897	-3,802952
1007	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	241,665114	35,135548	-3,690208
1010	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	241,282332	35,207185	-3,604961
1013	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	240,89676	35,210361	-3,542375
1016	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	240,50095	35,230982	-3,502257
1019	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	240,097387	35,15897	-3,481591
1022	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	239,698122	35,055269	-3,473722
1025	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	239,325325	34,97113	-3,472233
1028	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	238,980568	34,860796	-3,471708
1031	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	238,631904	34,75721	-3,467315
1034	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	238,280492	34,569272	-3,454996
1037	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	237,927965	34,387557	-3,431192
1040	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	237,575529	34,188996	-3,393306
1043	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	237,224621	34,038395	-3,339898
1046	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	236,877046	33,777319	-3,270677
1049	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	236,534601	33,439392	-3,18672
1052	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	236,198723	33,118029	-3,027938
1055	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	235,870869	32,937941	-2,660679
1058	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	235,5523	32,773725	-2,287997
1061	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	235,24423	32,507346	-1,938435
1064	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	234,947914	32,194062	-1,623178
1067	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	234,664638	31,839664	-1,354177
1070	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	234,395323	31,432246	-1,144397
1073	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	234,140907	30,959464	-1,007326
1076	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	233,902135	30,38762	-0,955495
1079	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	233,680005	29,715199	-0,999976
1082	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	233,4764	28,93351	-1,152132
1085	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	233,294292	28,086591	-1,424042
1088	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	233,137761	27,128449	-1,822713
1091	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	233,012072	26,127638	-2,345712
1094	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	232,929479	25,264162	-2,9677
1097	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	232,95923	24,534085	-3,60131
1100	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	233,062875	24,145554	-4,02713
12849	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	243,296222	32,72726	-4,128822
12882	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	243,270791	32,836943	-4,602469
15921	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	243,295937	32,735552	-4,291097
15922	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	243,286754	32,763503	-4,449891
15923	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	233,142154	24,146335	-4,36075
15924	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	233,09869	24,116747	-4,188258

15925	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	243,258019	32,973285	-4,746638
15926	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	243,236608	33,113317	-4,849955
15927	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	243,168323	33,390116	-4,754247
15928	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	243,121853	33,545386	-4,682479
15929	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	243,006567	33,838653	-4,526602
15930	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	242,941188	33,967227	-4,441108
15931	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	242,794685	34,187872	-4,281457
15932	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	242,715678	34,289189	-4,208403
15933	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	242,543298	34,517836	-4,068939
15934	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	242,44911	34,619314	-4,006026
15935	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	242,244598	34,83962	-3,894568
15936	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	242,135227	34,930142	-3,846399
15937	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	241,905175	35,063704	-3,76376
15938	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	241,786725	35,107002	-3,725019
15939	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	241,541285	35,165394	-3,658726
15940	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	241,413671	35,192817	-3,63017
15941	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	241,150216	35,208992	-3,582907
15942	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	241,024852	35,204702	-3,561122
15943	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	240,765924	35,228492	-3,526494
15944	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	240,633382	35,235545	-3,513199
15945	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	240,36561	35,215138	-3,493513
15946	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	240,232305	35,187301	-3,486712
15947	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	239,9617	35,120062	-3,477893
15948	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	239,830633	35,068706	-3,475364
15949	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	239,56326	35,038938	-3,472791
15950	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	239,439148	35,010813	-3,472362
15951	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	239,210913	34,921789	-3,472214
15952	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	239,095959	34,877183	-3,472123
15953	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	238,864732	34,835041	-3,470874
15954	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	238,748495	34,801851	-3,469462
15955	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	238,515007	34,700072	-3,464282
15956	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	238,397853	34,639329	-3,46022
15957	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	238,163062	34,492058	-3,448489
15958	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	238,045536	34,437487	-3,440586
15959	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	237,810404	34,330949	-3,420223
15960	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	237,692908	34,264521	-3,407612
15961	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	237,458324	34,146388	-3,37727
15962	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	237,341333	34,098946	-3,359481
15963	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	237,10828	33,964562	-3,318548
15964	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	236,992401	33,877513	-3,295461
15965	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	236,762259	33,665215	-3,244247
15966	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	236,648093	33,551945	-3,216235
15967	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	236,421837	33,316522	-3,155798
15968	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	236,309854	33,202465	-3,123579
15969	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	236,088485	33,025387	-2,916648
15970	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	235,979184	32,977741	-2,788198
15971	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	235,763586	32,89566	-2,534549
15972	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	235,657382	32,840956	-2,410191
15973	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	235,448386	32,697409	-2,168368
15974	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	235,345681	32,608718	-2,051709

15975	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	235,144073	32,406465	-1,828966
15976	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	235,045255	32,296275	-1,723734
15977	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	234,852005	32,080033	-1,527753
15978	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	234,757566	31,962938	-1,437926
15979	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	234,573263	31,7116	-1,277003
15980	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	234,48348	31,575835	-1,206907
15981	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	234,308824	31,284275	-1,089975
15982	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	234,22401	31,125104	-1,044128
15983	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	234,059541	30,778098	-0,98001
15984	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	233,979938	30,58088	-0,9626
15985	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	233,826172	30,179618	-0,959089
15986	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	233,752106	29,956532	-0,973777
15987	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	233,609951	29,461372	-1,038126
15988	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	233,542045	29,203656	-1,088688
15989	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	233,413135	28,658984	-1,228911
15990	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	233,352384	28,381704	-1,319435
15991	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	233,239093	27,77446	-1,54297
15992	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	233,186855	27,455335	-1,675845
15993	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	233,092039	26,79112	-1,983876
15994	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	233,050001	26,461858	-2,159107
15995	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	232,978837	25,825347	-2,540244
15996	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	232,951027	25,536517	-2,747785
15997	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	232,927896	25,001139	-3,179406
15998	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	232,938403	24,755201	-3,399102
15999	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	232,989844	24,346957	-3,746403
16000	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	233,025336	24,216858	-3,879724
34	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	117,645347	24,218356	-4,541228
580	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	117,534964	24,360873	-4,113445
596	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	127,630183	32,076073	-4,472586
989	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	127,615881	32,362642	-4,462914
992	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	127,526287	32,801333	-4,100838
995	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	127,368216	33,228745	-3,725895
998	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	127,160826	33,617367	-3,396244
1001	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	126,904742	34,014018	-3,119612
1004	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	126,600322	34,352387	-2,907679
1007	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	126,26512	34,543859	-2,747658
1010	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	125,901964	34,668677	-2,634167
1013	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	125,534548	34,717425	-2,561186
1016	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	125,155515	34,776668	-2,52716
1019	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	124,76738	34,737228	-2,527628
1022	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	124,382189	34,660991	-2,554459
1025	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	124,022092	34,6001	-2,599763
1028	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	123,688645	34,509598	-2,656664
1031	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	123,349878	34,423139	-2,718889
1034	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	123,006934	34,250247	-2,780958
1037	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	122,661433	34,08205	-2,837905
1040	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	122,314572	33,895981	-2,885742
1043	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	121,967783	33,757311	-2,921642
1046	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	121,622869	33,508049	-2,943938
1049	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	121,281628	33,182266	-2,952327

1052	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	120,945502	32,873832	-2,885338
1055	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	120,615957	32,707946	-2,607934
1058	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	120,294268	32,559743	-2,321768
1061	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	119,981663	32,311785	-2,053968
1064	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	119,679417	32,020009	-1,814295
1067	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	119,388833	31,690967	-1,613251
1070	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	119,110851	31,313593	-1,462345
1073	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	118,84641	30,876424	-1,373613
1076	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	118,596224	30,346582	-1,358166
1079	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	118,361193	29,723116	-1,425743
1082	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	118,142968	28,997247	-1,58656
1085	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	117,944052	28,211573	-1,851874
1088	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	117,767641	27,316136	-2,228396
1091	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	117,617355	26,371059	-2,714137
1094	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	117,502458	25,540274	-3,284402
1097	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	117,489162	24,792876	-3,847469
1100	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	117,54691	24,308879	-4,1685
12849	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	127,624173	32,067044	-4,189807
12882	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	127,627491	32,027804	-4,434063
15921	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	127,629104	32,021451	-4,272722
15922	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	127,629758	31,998882	-4,35455
15923	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	117,607563	24,204919	-4,410249
15924	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	117,571414	24,230693	-4,285398
15925	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	127,631199	32,127728	-4,510199
15926	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	127,627653	32,240477	-4,550753
15927	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	127,595177	32,490161	-4,343915
15928	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	127,565269	32,644036	-4,222373
15929	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	127,479302	32,952877	-3,975312
15930	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	127,426805	33,09601	-3,847688
15931	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	127,303256	33,354311	-3,610124
15932	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	127,234605	33,477185	-3,501304
15933	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	127,081241	33,751557	-3,296872
15934	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	126,995871	33,87638	-3,204816
15935	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	126,80791	34,142868	-3,041831
15936	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	126,706356	34,255826	-2,971277
15937	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	126,491177	34,432274	-2,850552
15938	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	126,379828	34,49586	-2,796063
15939	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	126,148007	34,592298	-2,704701
15940	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	126,026933	34,637447	-2,666745
15941	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	125,776057	34,686496	-2,60673
15942	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	125,656744	34,697388	-2,581496
15943	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	125,409455	34,74916	-2,545574
15944	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	125,282505	34,769075	-2,534328
15945	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	125,025468	34,772307	-2,523862
15946	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	124,897305	34,755315	-2,524124
15947	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	124,636536	34,707997	-2,534062
15948	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	124,510159	34,665785	-2,543118
15949	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	124,251713	34,652837	-2,567855
15950	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	124,131836	34,632451	-2,583041
15951	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	123,911606	34,557712	-2,617777

15952	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	123,800422	34,519708	-2,636846
15953	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	123,576266	34,489821	-2,677086
15954	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	123,463328	34,462332	-2,697897
15955	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	123,235963	34,371219	-2,739858
15956	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	123,121632	34,315484	-2,760609
15957	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	122,892007	34,177683	-2,800729
15958	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	122,776823	34,127612	-2,819761
15959	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	122,545892	34,029697	-2,855026
15960	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	122,430254	33,967427	-2,871006
15961	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	122,198902	33,857389	-2,899145
15962	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	122,083284	33,813919	-2,911142
15963	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	121,852491	33,687407	-2,93062
15964	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	121,737498	33,604291	-2,938056
15965	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	121,508645	33,399935	-2,948266
15966	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	121,39488	33,290707	-2,951053
15967	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	121,168942	33,063595	-2,952132
15968	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	121,056876	32,953841	-2,950528
15969	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	120,834861	32,785757	-2,804285
15970	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	120,724996	32,742838	-2,705803
15971	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	120,507793	32,670773	-2,511082
15972	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	120,400548	32,621399	-2,41558
15973	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	120,188998	32,489267	-2,229991
15974	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	120,084782	32,406708	-2,140604
15975	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	119,879683	32,217695	-1,970452
15976	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	119,778888	32,114664	-1,890432
15977	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	119,581224	31,913965	-1,742441
15978	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	119,484349	31,805311	-1,675284
15979	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	119,29472	31,572354	-1,556783
15980	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	119,202048	31,446592	-1,50633
15981	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	119,021162	31,176831	-1,425278
15982	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	118,933006	31,02952	-1,395562
15983	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	118,761396	30,708312	-1,359822
15984	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	118,677991	30,525088	-1,354556
15985	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	118,516134	30,154112	-1,370996
15986	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	118,43777	29,947345	-1,393397
15987	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	118,286473	29,487168	-1,468432
15988	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	118,213699	29,248075	-1,521892
15989	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	118,074376	28,742662	-1,662863
15990	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	118,008033	28,485843	-1,751193
15991	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	117,88263	27,920481	-1,965142
15992	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	117,823784	27,622358	-2,090629
15993	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	117,714358	26,998757	-2,378773
15994	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	117,664158	26,688265	-2,541571
15995	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	117,574403	26,08332	-2,893052
15996	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	117,535877	25,805726	-3,083387
15997	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	117,487731	25,278654	-3,475251
15998	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	117,483817	25,027354	-3,67166
15999	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	117,503751	24,583382	-3,962275
16000	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	117,52358	24,421379	-4,060754
34	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	267,330286	22,833312	-4,581766

580	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	267,213874	23,147391	-4,165553
596	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	277,203386	34,292806	-4,583911
989	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	277,192323	34,564845	-4,627912
992	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	277,104872	34,985735	-4,324896
995	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	276,947588	35,393952	-4,002865
998	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	276,740455	35,764179	-3,720486
1001	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	276,484491	36,142266	-3,485901
1004	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	276,180222	36,462005	-3,311097
1007	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	275,845288	36,63465	-3,191248
1010	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	275,482335	36,737831	-3,117926
1013	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	275,115272	36,760576	-3,084425
1016	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	274,736797	36,792703	-3,084782
1019	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	274,349427	36,722521	-3,111874
1022	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	273,965208	36,609893	-3,157947
1025	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	273,606291	36,509197	-3,215588
1028	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	273,274228	36,371471	-3,278359
1031	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	272,937052	36,219892	-3,340522
1034	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	272,595905	35,949092	-3,396903
1037	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	272,252144	35,659393	-3,443023
1040	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	271,907215	35,344028	-3,475389
1043	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	271,562554	35,076545	-3,491698
1046	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	271,219964	34,698801	-3,490811
1049	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	270,881246	34,244713	-3,472853
1052	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	270,54784	33,808001	-3,376856
1055	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	270,221211	33,513708	-3,068369
1058	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	269,902632	33,23681	-2,749614
1061	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	269,593331	32,859711	-2,448048
1064	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	269,294581	32,43818	-2,17392
1067	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	269,007683	31,978601	-1,938212
1070	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	268,733576	31,469737	-1,752907
1073	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	268,4732	30,899949	-1,630496
1076	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	268,227276	30,236189	-1,582532
1079	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	267,996723	29,477337	-1,619169
1082	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	267,783216	28,614471	-1,751011
1085	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	267,589324	27,690084	-1,989666
1088	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	267,418384	26,654188	-2,34217
1091	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	267,274231	25,567006	-2,806868
1094	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	267,166447	24,59274	-3,359494
1097	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	267,161327	23,700774	-3,908743
1100	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	267,227009	23,070997	-4,218913
12849	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	277,196855	34,305582	-4,22178
12882	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	277,200162	34,247512	-4,534267
15921	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	277,20103	34,253565	-4,327651
15922	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	277,201732	34,224685	-4,432247
15923	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	267,291382	22,869042	-4,454061
15924	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	267,253603	22,943887	-4,332491
15925	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	277,205009	34,34153	-4,63253
15926	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	277,202781	34,448658	-4,694714
15927	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	277,172594	34,686194	-4,529293
15928	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	277,143351	34,834176	-4,427441

15929	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	277,058248	35,131178	-4,217672
15930	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	277,006004	35,267898	-4,107678
15931	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	276,882747	35,513104	-3,903453
15932	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	276,814177	35,629844	-3,810389
15933	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	276,660914	35,892489	-3,63569
15934	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	276,575583	36,010983	-3,557649
15935	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	276,387701	36,264927	-3,42103
15936	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	276,286196	36,371607	-3,362848
15937	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	276,071151	36,535948	-3,265468
15938	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	275,959891	36,593398	-3,225629
15939	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	275,728253	36,676452	-3,162015
15940	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	275,60723	36,714482	-3,137655
15941	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	275,356523	36,747442	-3,102614
15942	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	275,237328	36,749495	-3,091516
15943	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	274,990342	36,783169	-3,081121
15944	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	274,863577	36,79405	-3,08135
15945	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	274,606981	36,778698	-3,091211
15946	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	274,479074	36,751684	-3,100342
15947	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	274,218883	36,68154	-3,125509
15948	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	274,092831	36,627652	-3,140959
15949	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	273,835102	36,588599	-3,176211
15950	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	273,715618	36,554853	-3,195504
15951	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	273,496243	36,452166	-3,236237
15952	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	273,385521	36,398304	-3,257231
15953	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	273,162357	36,334009	-3,299415
15954	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	273,04995	36,283598	-3,3202
15955	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	272,823713	36,142781	-3,360196
15956	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	272,709981	36,052396	-3,379046
15957	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	272,481539	35,838515	-3,413612
15958	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	272,366933	35,748186	-3,429029
15959	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	272,137225	35,563878	-3,455479
15960	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	272,022231	35,458511	-3,466296
15961	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	271,792231	35,262453	-3,482688
15962	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	271,677323	35,176047	-3,48814
15963	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	271,448014	34,963784	-3,493331
15964	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	271,333797	34,837843	-3,493033
15965	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	271,106559	34,547907	-3,486683
15966	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	270,993635	34,395912	-3,480682
15967	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	270,769444	34,083288	-3,46326
15968	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	270,658285	33,930777	-3,45198
15969	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	270,438148	33,677146	-3,285629
15970	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	270,329255	33,591427	-3,176754
15971	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	270,114061	33,433677	-2,960816
15972	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	270,007853	33,341406	-2,854445
15973	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	269,798443	33,123345	-2,646688
15974	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	269,695328	32,997741	-2,54604
15975	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	269,492496	32,722445	-2,353099
15976	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	269,392865	32,576165	-2,261588
15977	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	269,197596	32,288719	-2,090511
15978	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	269,101949	32,136555	-2,011793

15979	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	268,914841	31,816273	-1,870225
15980	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	268,82346	31,646683	-1,8083
15981	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	268,64522	31,288903	-1,704511
15982	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	268,55842	31,097388	-1,663564
15983	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	268,389585	30,687351	-1,605716
15984	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	268,3076	30,459489	-1,589606
15985	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	268,148654	29,99876	-1,584854
15986	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	268,071782	29,746866	-1,596937
15987	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	267,923549	29,195909	-1,651964
15988	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	267,852347	28,911151	-1,695761
15989	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	267,716259	28,313843	-1,818154
15990	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	267,651589	28,010787	-1,897594
15991	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	267,529667	27,352365	-2,094619
15992	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	267,472642	27,007421	-2,212097
15993	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	267,367057	26,289614	-2,485184
15994	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	267,318897	25,93175	-2,640963
15995	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	267,233525	25,231576	-2,979499
15996	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	267,197367	24,906151	-3,163947
15997	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	267,154349	24,283045	-3,545324
15998	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	267,153176	23,983558	-3,737137
15999	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	267,178715	23,442844	-4,019688
16000	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	267,201225	23,232254	-4,114585
34	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	134,387184	22,833312	-4,581766
580	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	134,284809	23,152547	-4,259673
596	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	144,208735	31,132166	-4,457589
989	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	144,220107	31,439976	-4,410607
992	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	144,157819	31,937231	-4,01777
995	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	144,020432	32,444778	-3,620254
998	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	143,829322	32,924028	-3,274431
1001	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	143,586983	33,412906	-2,988531
1004	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	143,294773	33,841091	-2,774572
1007	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	142,970781	34,117974	-2,62741
1010	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	142,617892	34,320585	-2,538048
1013	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	142,260134	34,43803	-2,499047
1016	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	141,890255	34,560522	-2,50363
1019	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	141,510788	34,576892	-2,543815
1022	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	141,133779	34,547549	-2,610976
1025	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	140,781372	34,52739	-2,696833
1028	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	140,455111	34,467929	-2,794087
1031	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	140,123017	34,392768	-2,896149
1034	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	139,786225	34,196925	-2,997006
1037	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	139,446086	33,981069	-3,091351
1040	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	139,104044	33,738754	-3,174864
1043	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	138,76153	33,54383	-3,244427
1046	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	138,420347	33,238447	-3,298085
1049	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	138,082295	32,856812	-3,335146
1052	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	137,74882	32,492945	-3,293827
1055	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	137,421387	32,272204	-3,038853
1058	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	137,101278	32,069905	-2,771162
1061	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	136,789726	31,768827	-2,51875

1064	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	136,488014	31,425154	-2,289643
1067	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	136,197452	31,045728	-2,09443
1070	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	135,918983	30,619813	-1,944228
1073	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	135,65355	30,136289	-1,850666
1076	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	135,401853	29,562598	-1,824449
1079	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	135,164757	28,89798	-1,874925
1082	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	134,943817	28,133529	-2,011986
1085	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	134,741356	27,311063	-2,246687
1088	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	134,560246	26,378616	-2,585773
1091	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	134,403472	25,392136	-3,027652
1094	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	134,279099	24,507643	-3,548174
1097	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	134,252005	23,680882	-4,053655
1100	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	134,294509	23,077733	-4,300976
12849	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	144,183646	31,133709	-4,248499
12882	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	144,201504	31,083008	-4,428221
15921	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	144,190518	31,082127	-4,3086
15922	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	144,196192	31,05528	-4,368684
15923	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	134,349547	22,873317	-4,482638
15924	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	134,315428	22,950858	-4,388693
15925	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	144,214625	31,185811	-4,486631
15926	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	144,221386	31,306114	-4,511754
15927	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	144,20931	31,583233	-4,280073
15928	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	144,188493	31,756872	-4,148387
15929	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	144,118376	32,113999	-3,884006
15930	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	144,072739	32,283996	-3,74887
15931	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	143,961273	32,599686	-3,498363
15932	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	143,898026	32,752862	-3,384146
15933	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	143,754537	33,089335	-3,171173
15934	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	143,673738	33,244808	-3,076027
15935	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	143,494358	33,572103	-2,909266
15936	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	143,396867	33,714953	-2,838037
15937	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	143,189457	33,950296	-2,718547
15938	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	143,081842	34,042499	-2,669611
15939	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	142,85719	34,193459	-2,591611
15940	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	142,739521	34,264631	-2,561913
15941	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	142,495263	34,362274	-2,51977
15942	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	142,379169	34,395887	-2,506849
15943	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	142,138147	34,491201	-2,496113
15944	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	142,014248	34,532197	-2,497762
15945	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	141,763151	34,575764	-2,513481
15946	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	141,637878	34,577594	-2,526987
15947	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	141,382726	34,564009	-2,563634
15948	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	141,259077	34,537877	-2,586124
15949	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	141,005923	34,553382	-2,637897
15950	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	140,888608	34,546476	-2,666605
15951	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	140,673338	34,496678	-2,728322
15952	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	140,564549	34,468898	-2,760821
15953	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	140,345014	34,456124	-2,827882
15954	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	140,2343	34,431182	-2,861978
15955	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	140,01121	34,340787	-2,930181

15956	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	139,89893	34,275384	-2,963866
15957	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	139,673147	34,11107	-3,029414
15958	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	139,55975	34,045352	-3,060916
15959	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	139,332211	33,909977	-3,120571
15960	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	139,218179	33,828957	-3,148448
15961	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	138,989858	33,681405	-3,199722
15962	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	138,875666	33,619182	-3,222935
15963	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	138,647541	33,455197	-3,264139
15964	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	138,533793	33,353372	-3,282032
15965	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	138,307246	33,111678	-3,312285
15966	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	138,194545	32,983831	-3,324633
15967	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	137,970552	32,719609	-3,343857
15968	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	137,85937	32,591376	-3,350814
15969	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	137,638941	32,386512	-3,220607
15970	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	137,529781	32,325306	-3,12958
15971	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	137,313808	32,216905	-2,948736
15972	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	137,20709	32,149496	-2,85955
15973	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	136,996418	31,981603	-2,685282
15974	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	136,892553	31,881334	-2,600876
15975	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	136,687982	31,657288	-2,439258
15976	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	136,587365	31,536954	-2,362765
15977	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	136,389885	31,302131	-2,220278
15978	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	136,293017	31,176679	-2,155069
15979	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	136,103233	30,910713	-2,038785
15980	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	136,010398	30,768766	-1,988572
15981	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	135,829019	30,46734	-1,906185
15982	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	135,740533	30,304573	-1,874865
15983	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	135,568091	29,953269	-1,833965
15984	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	135,484182	29,755426	-1,825114
15985	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	135,32114	29,356108	-1,8323
15986	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	135,242089	29,135624	-1,849005
15987	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	135,089214	28,648906	-1,910449
15988	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	135,015538	28,396961	-1,955992
15989	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	134,874148	27,866548	-2,078851
15990	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	134,806626	27,597488	-2,156977
15991	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	134,678519	27,007809	-2,348224
15992	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	134,618114	26,697398	-2,461228
15993	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	134,505043	26,048219	-2,722212
15994	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	134,452694	25,72402	-2,870379
15995	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	134,357773	25,088401	-3,190634
15996	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	134,316111	24,793072	-3,364402
15997	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	134,260271	24,223226	-3,720997
15998	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	134,251732	23,945679	-3,898331
15999	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	134,261269	23,43649	-4,146147
16000	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	134,275872	23,234732	-4,220123
34	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-34,148066	1,426702	-4,774815
580	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-34,140041	1,202047	-4,646306
596	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-24,308763	-3,309621	-4,860941
989	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-24,433767	-2,912529	-5,20478
992	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-24,615786	-2,413466	-5,603867

995	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-24,823426	-1,928878	-5,983654
998	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-25,048793	-1,479441	-6,347788
1001	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-25,289204	-1,069132	-6,702496
1004	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-25,544293	-0,700194	-7,049679
1007	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-25,813028	-0,370615	-7,377903
1010	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-26,093679	-0,072277	-7,684909
1013	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-26,385271	0,201385	-7,967832
1016	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-26,687142	0,450402	-8,228341
1019	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-26,998626	0,679942	-8,4651
1022	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-27,318765	0,89451	-8,672796
1025	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-27,64637	1,093835	-8,846469
1028	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-27,98021	1,283206	-8,982117
1031	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-28,319057	1,473855	-9,076292
1034	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-28,661645	1,681048	-9,1263
1037	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-29,006353	1,895656	-9,12993
1040	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-29,351982	2,101685	-9,085923
1043	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-29,697097	2,290364	-8,994166
1046	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-30,039895	2,461169	-8,855691
1049	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-30,378576	2,613877	-8,672892
1052	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-30,711716	2,748046	-8,449243
1055	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-31,037887	2,862846	-8,189337
1058	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-31,355761	2,957069	-7,898766
1061	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-31,664112	3,029025	-7,584073
1064	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-31,961761	3,076441	-7,252208
1067	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-32,247532	3,096282	-6,910829
1070	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-32,520282	3,084599	-6,568562
1073	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-32,77908	3,036767	-6,234511
1076	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-33,023222	2,948009	-5,916816
1079	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-33,251821	2,813368	-5,622203
1082	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-33,463248	2,627424	-5,357875
1085	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-33,655035	2,38702	-5,132126
1088	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-33,824318	2,097914	-4,950315
1091	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-33,967235	1,779386	-4,810464
1094	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-34,074535	1,470007	-4,705483
1097	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-34,130764	1,245956	-4,640953
1100	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-34,139903	1,213664	-4,656329
12849	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-24,189249	-3,761807	-4,376898
12882	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-24,287382	-3,383693	-4,791553
15921	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-24,21601	-3,65104	-4,513923
15922	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-24,248771	-3,523945	-4,652509
15923	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-34,142242	1,329926	-4,725592
15924	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-34,140041	1,258157	-4,685473
15925	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-24,331408	-3,233353	-4,930173
15926	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-24,380339	-3,075635	-5,0681
15927	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-24,491019	-2,746331	-5,339829
15928	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-24,55178	-2,579473	-5,472929
15929	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-24,682634	-2,24909	-5,732573
15930	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-24,751954	-2,087339	-5,859111
15931	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-24,896813	-1,774612	-6,106432
15932	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-24,971961	-1,624754	-6,227721

15933	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-25,127278	-1,338464	-6,466851
15934	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-25,207416	-1,20152	-6,585059
15935	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-25,372633	-0,941552	-6,81915
15936	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-25,457676	-0,818529	-6,934931
15937	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-25,632429	-0,586508	-7,163022
15938	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-25,722028	-0,476864	-7,271243
15939	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-25,905328	-0,268249	-7,482483
15940	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-25,998878	-0,16896	-7,584654
15941	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-26,189698	0,021522	-7,783128
15942	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-26,286903	0,112876	-7,876491
15943	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-26,484781	0,287222	-8,057042
15944	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-26,585413	0,370191	-8,143915
15945	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-26,789942	0,52875	-8,310149
15946	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-26,893782	0,605007	-8,389137
15947	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-27,104434	0,753265	-8,537834
15948	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-27,211162	0,824308	-8,607143
15949	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-27,427199	0,962819	-8,734671
15950	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-27,536416	1,029337	-8,792612
15951	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-27,757018	1,157744	-8,896105
15952	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-27,868313	1,220976	-8,941388
15953	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-28,092664	1,344555	-9,01825
15954	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-28,205628	1,409316	-9,049677
15955	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-28,432902	1,53727	-9,097994
15956	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-28,547115	1,608348	-9,114691
15957	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-28,776357	1,751898	-9,132748
15958	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-28,891277	1,823194	-9,133973
15959	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-29,121533	1,966231	-9,120583
15960	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-29,23676	2,034912	-9,105915
15961	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-29,467144	2,166536	-9,060619
15962	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-29,582203	2,229438	-9,030031
15963	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-29,811733	2,349302	-8,9531
15964	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-29,92602	2,406237	-8,906912
15965	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-30,153315	2,514095	-8,799536
15966	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-30,266227	2,565003	-8,738561
15967	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-30,49031	2,660693	-8,602674
15968	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-30,601375	2,705427	-8,528066
15969	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-30,821282	2,788516	-8,366393
15970	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-30,930022	2,826797	-8,279713
15971	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-31,144829	2,896613	-8,095566
15972	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-31,250802	2,928041	-7,998631
15973	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-31,459661	2,983627	-7,796218
15974	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-31,562459	3,00764	-7,691234
15975	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-31,764575	3,047689	-7,474999
15976	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-31,863806	3,063532	-7,364283
15977	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-32,058397	3,086295	-7,139066
15978	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-32,153668	3,092957	-7,025166
15979	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-32,339947	3,09611	-6,796387
15980	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-32,430876	3,092273	-6,682183
15981	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-32,608136	3,072908	-6,455863
15982	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-32,69441	3,057023	-6,344411

15983	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-32,862123	3,011964	-6,126444
15984	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-32,943514	2,982438	-6,020466
15985	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-33,101209	2,908488	-5,815725
15986	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-33,177429	2,863678	-5,717434
15987	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-33,324314	2,757345	-5,530321
15988	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-33,394822	2,695414	-5,442103
15989	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-33,529496	2,553305	-5,277958
15990	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-33,593461	2,473106	-5,202635
15991	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-33,714111	2,295408	-5,066567
15992	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-33,770581	2,198804	-5,005989
15993	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-33,875169	1,993621	-4,899361
15994	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-33,922913	1,887002	-4,852853
15995	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-34,007685	1,672463	-4,771872
15996	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-34,043681	1,568406	-4,736864
15997	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-34,099581	1,380717	-4,678198
15998	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-34,118335	1,304576	-4,656122
15999	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-34,137488	1,20911	-4,634741
16000	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-34,139904	1,197532	-4,639413
34	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-16,74209	1,426702	-4,774815
580	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-16,720104	1,38193	-4,713994
596	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-6,949428	-0,977429	-4,784176
989	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-7,052322	-0,678446	-5,065136
992	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-7,210027	-0,261169	-5,404056
995	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-7,398757	0,166766	-5,732834
998	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-7,608971	0,571286	-6,053155
1001	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-7,836493	0,940547	-6,371766
1004	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-8,08016	1,268209	-6,690931
1007	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-8,338515	1,554373	-6,999191
1010	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-8,609604	1,806461	-7,293994
1013	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-8,892346	2,030996	-7,572021
1016	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-9,186035	2,228269	-7,834397
1019	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-9,489995	2,403829	-8,079196
1022	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-9,803271	2,562576	-8,300504
1025	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-10,124684	2,704611	-8,492754
1028	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-10,453015	2,835551	-8,651346
1031	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-10,787047	2,966908	-8,772239
1034	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-11,125523	3,11419	-8,852158
1037	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-11,466828	3,268473	-8,888315
1040	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-11,809767	3,413944	-8,878882
1043	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-12,152911	3,541994	-8,823181
1046	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-12,494455	3,652254	-8,721678
1049	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-12,8326	3,744652	-8,576205
1052	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-13,165917	3,818905	-8,389674
1055	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-13,492975	3,874356	-8,166108
1058	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-13,812439	3,909991	-7,91053
1061	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-14,123074	3,924348	-7,628906
1064	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-14,423693	3,915414	-7,327601
1067	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-14,713105	3,880458	-7,013685
1070	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-14,990162	3,81587	-6,695189
1073	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-15,253927	3,717386	-6,380629

1076	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-15,503709	3,580561	-6,07757
1079	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-15,738668	3,400642	-5,792214
1082	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-15,957282	3,172103	-5,531328
1085	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-16,157307	2,891023	-5,302937
1088	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-16,336299	2,561173	-5,112395
1091	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-16,491192	2,197677	-4,958105
1094	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-16,614208	1,831216	-4,833505
1097	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-16,69151	1,524639	-4,7422
1100	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-16,723367	1,370254	-4,715637
12849	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-6,848089	-1,25015	-4,411164
12882	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-6,932024	-1,028328	-4,729194
15921	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-6,872332	-1,193703	-4,514598
15922	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-6,900227	-1,119162	-4,620731
15923	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-16,734998	1,384235	-4,746513
15924	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-16,729143	1,365131	-4,726412
15925	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-6,967844	-0,923191	-4,839634
15926	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-7,007898	-0,805931	-4,951858
15927	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-7,100881	-0,543326	-5,178718
15928	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-7,153506	-0,403519	-5,291877
15929	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-7,270028	-0,117688	-5,51495
15930	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-7,333072	0,025346	-5,624499
15931	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-7,466768	0,305245	-5,84019
15932	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-7,536883	0,440224	-5,946865
15933	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-7,682958	0,698411	-6,1593
15934	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-7,758809	0,821721	-6,265472
15935	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-7,915979	1,054521	-6,478177
15936	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-7,997219	1,163808	-6,584619
15937	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-8,164735	1,367715	-6,796735
15938	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-8,250876	1,462894	-6,898305
15939	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-8,427543	1,641648	-7,098861
15940	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-8,517907	1,725521	-7,19697
15941	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-8,702597	1,884195	-7,389795
15942	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-8,796852	1,95917	-7,481532
15943	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-8,989056	2,099858	-7,66113
15944	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-9,08696	2,165574	-7,748632
15945	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-9,286254	2,288853	-7,918228
15946	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-9,387586	2,347111	-7,999904
15947	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-9,593441	2,45873	-8,155879
15948	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-9,697881	2,511162	-8,229732
15949	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-9,909565	2,611935	-8,36805
15950	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-10,016718	2,659352	-8,43219
15951	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-10,233419	2,749156	-8,549582
15952	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-10,342878	2,792907	-8,60252
15953	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-10,563786	2,877219	-8,695994
15954	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-10,675146	2,922213	-8,736335
15955	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-10,899443	3,010411	-8,803585
15956	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-11,012285	3,061516	-8,83026
15957	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-11,239022	3,164968	-8,869186
15958	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-11,352807	3,216154	-8,881261
15959	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-11,581032	3,31888	-8,890294

15960	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-11,695363	3,367372	-8,887157
15961	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-11,924192	3,458586	-8,865461
15962	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-12,038595	3,501276	-8,846898
15963	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-12,26705	3,580734	-8,794364
15964	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-12,380919	3,617486	-8,760507
15965	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-12,607617	3,685043	-8,677954
15966	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-12,720349	3,715846	-8,629427
15967	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-12,944314	3,771444	-8,51841
15968	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-13,055437	3,796204	-8,456182
15969	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-13,2757	3,83952	-8,319051
15970	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-13,384736	3,858016	-8,244492
15971	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-13,600369	3,888499	-8,084179
15972	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-13,706872	3,900395	-7,998915
15973	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-13,917024	3,917228	-7,819247
15974	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-14,020584	3,922038	-7,725293
15975	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-14,224452	3,924076	-7,530326
15976	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-14,324673	3,921131	-7,429804
15977	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-14,521467	3,906814	-7,223987
15978	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-14,617953	3,895206	-7,119249
15979	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-14,806882	3,862423	-6,907606
15980	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-14,899246	3,840947	-6,801333
15981	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-15,079598	3,787028	-6,589492
15982	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-15,167527	3,754254	-6,484544
15983	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-15,338774	3,67626	-6,278008
15984	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-15,422044	3,630708	-6,176915
15985	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-15,583733	3,525634	-5,980186
15986	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-15,662072	3,465732	-5,884986
15987	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-15,813457	3,330143	-5,702143
15988	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-15,886358	3,254022	-5,615075
15989	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-16,026144	3,084279	-5,451213
15990	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-16,092849	2,990544	-5,37501
15991	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-16,219427	2,785986	-5,235134
15992	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-16,279124	2,67585	-5,171641
15993	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-16,390835	2,442653	-5,057231
15994	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-16,442553	2,321138	-5,005901
15995	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-16,536366	2,07361	-4,913545
15996	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-16,577574	1,950694	-4,872012
15997	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-16,645667	1,71805	-4,798371
15998	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-16,671478	1,614608	-4,767486
15999	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-16,706136	1,451888	-4,724154
16000	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-16,716306	1,399575	-4,714905
MAX		277,205009	36,79405	-0,955495
MIN		-35,477215	-24,620754	-29,333238

TABLE: Element Forces - Frames			REAKSI PADA BOREPILE				
Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	M2	M3
596	0	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-44,527	-11,08	0,73	8,49	-4,1783
596	0,5	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-45,94	-11,08	0,73	8,162	1,3621
596	1	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-47,354	-11,08	0,73	7,835	6,9024
622	0	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-251,41	-12,08	1,39	11,09	-9,6563
622	0,5	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-252,83	-12,08	1,39	10,46	-3,5394
622	1	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-254,24	-12,08	1,39	9,83	2,5776
700	0	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-38,383	-11,22	0,3	6,384	-4,5989
700	0,5	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-39,797	-11,22	0,3	6,276	1,0131
700	1	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-41,21	-11,22	0,3	6,167	6,625
726	0	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-245,27	-12,2	0,01	4,451	-9,9552
726	0,5	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-246,68	-12,2	0,01	4,524	-3,7796
726	1	S1.2TR.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-248,1	-12,2	0,01	4,597	2,3959
596	0	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-84,507	-4,708	0,81	8,886	4,8883
596	0,5	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-85,92	-4,708	0,81	8,516	7,2433
596	1	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-87,334	-4,708	0,81	8,146	9,5983
622	0	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-211,43	-5,709	1,31	10,69	-0,5898
622	0,5	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-212,85	-5,709	1,31	10,1	2,3418
622	1	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-214,26	-5,709	1,31	9,519	5,2734
700	0	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-78,363	-4,851	0,22	5,988	4,4677
700	0,5	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-79,777	-4,851	0,22	5,922	6,8943
700	1	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-81,19	-4,851	0,22	5,855	9,3209
726	0	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-205,29	-5,826	0,09	4,848	-0,8885
726	0,5	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-206,7	-5,826	0,09	4,878	2,1016
726	1	S1.2TR.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-208,12	-5,826	0,09	4,908	5,0918
596	0	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-96,155	-7,916	3,55	9,421	-6,1677
596	0,5	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-97,569	-7,916	3,55	7,682	-2,2084
596	1	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-98,983	-7,916	3,55	5,942	1,7508
622	0	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-212,77	-8,865	-1,7	-4,7	-11,342
622	0,5	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-214,19	-8,865	-1,7	-3,79	-6,8386
622	1	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-215,6	-8,865	-1,7	-2,88	-2,3347
700	0	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-78,47	-2,54	3,04	7,319	8,3578
700	0,5	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-79,884	-2,54	3,04	5,799	9,628
700	1	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-81,297	-2,54	3,04	4,28	10,898
726	0	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-205,99	-3,283	-2,8	-9,26	4,7756
726	0,5	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-207,41	-3,283	-2,8	-7,87	6,4226
726	1	S1.L.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-208,82	-3,283	-2,8	-6,48	8,0697
596	0	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-115,43	-3,326	2,07	5,563	2,2455
596	0,5	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-116,84	-3,326	2,07	4,565	3,9094
596	1	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-118,26	-3,326	2,07	3,566	5,5732
622	0	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-192,07	-4,271	-0,4	-1,18	-2,9152
622	0,5	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-193,48	-4,271	-0,4	-0,89	-0,7082
622	1	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-194,9	-4,271	-0,4	-0,61	1,4988
700	0	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-99,174	-0,76	1,47	3,065	9,0111
700	0,5	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-100,59	-0,76	1,47	2,328	9,3914
700	1	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-102	-0,76	1,47	1,592	9,7716
726	0	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-186,72	-1,506	-1,4	-5,34	5,4148
726	0,5	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-188,13	-1,506	-1,4	-4,62	6,1734
726	1	S1.L.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-189,55	-1,506	-1,4	-3,9	6,932

596	0	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-81,541	-2,469	-2,5	0,516	8,568
596	0,5	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-82,955	-2,469	-2,5	1,776	9,8025
596	1	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-84,369	-2,469	-2,5	3,035	11,037
622	0	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-209,07	-3,224	3,47	17,68	4,9249
622	0,5	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-210,48	-3,224	3,47	15,94	6,5427
622	1	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-211,89	-3,224	3,47	14,21	8,1605
700	0	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-93,083	-7,988	-3	-2,38	-6,3781
700	0,5	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-94,497	-7,988	-3	-0,82	-2,383
700	1	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-95,911	-7,988	-3	0,744	1,6121
726	0	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-209,7	-8,923	2,38	11,82	-11,492
726	0,5	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-211,11	-8,923	2,38	10,7	-6,9588
726	1	S1.R.E=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFe	-212,53	-8,923	2,38	9,583	-2,4256
596	0	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-102,25	-0,689	-1	4,77	9,2214
596	0,5	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-103,66	-0,689	-1	5,247	9,5658
596	1	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-105,07	-0,689	-1	5,723	9,9103
622	0	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-189,79	-1,447	2,14	13,76	5,5642
622	0,5	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-191,2	-1,447	2,14	12,69	6,2935
622	1	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-192,62	-1,447	2,14	11,62	7,0228
700	0	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-112,36	-3,397	-1,6	1,476	2,0352
700	0,5	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-113,77	-3,397	-1,6	2,299	3,7349
700	1	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-115,19	-3,397	-1,6	3,121	5,4346
726	0	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-189	-4,33	1,13	8,299	-3,0646
726	0,5	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-190,41	-4,33	1,13	7,805	-0,8283
726	1	S1.R.N=1D+1SD+1TR+1I+1PS+1HF+LFn	-191,82	-4,33	1,13	7,311	1,408
596	0	S2.2TR.E=S1+0.3WS+0.3WL	-54,789	-10,84	2,11	10,13	-3,4888
596	0,5	S2.2TR.E=S1+0.3WS+0.3WL	-56,203	-10,84	2,11	9,106	1,9343
596	1	S2.2TR.E=S1+0.3WS+0.3WL	-57,617	-10,84	2,11	8,085	7,3575
622	0	S2.2TR.E=S1+0.3WS+0.3WL	-261,67	-11,89	3,2	13,9	-9,1711
622	0,5	S2.2TR.E=S1+0.3WS+0.3WL	-263,09	-11,89	3,2	12,36	-3,1495
622	1	S2.2TR.E=S1+0.3WS+0.3WL	-264,5	-11,89	3,2	10,83	2,872
700	0	S2.2TR.E=S1+0.3WS+0.3WL	-28,12	-11,46	1,68	8,02	-5,2884
700	0,5	S2.2TR.E=S1+0.3WS+0.3WL	-29,534	-11,46	1,68	7,219	0,4408
700	1	S2.2TR.E=S1+0.3WS+0.3WL	-30,947	-11,46	1,68	6,418	6,17
726	0	S2.2TR.E=S1+0.3WS+0.3WL	-235	-12,39	1,82	7,262	-10,44
726	0,5	S2.2TR.E=S1+0.3WS+0.3WL	-236,42	-12,39	1,82	6,429	-4,1695
726	1	S2.2TR.E=S1+0.3WS+0.3WL	-237,83	-12,39	1,82	5,597	2,1014
596	0	S2.2TR.N=S1+0.3WS+0.3WL	-94,769	-4,473	2,2	10,52	5,5777
596	0,5	S2.2TR.N=S1+0.3WS+0.3WL	-96,183	-4,473	2,2	9,459	7,8155
596	1	S2.2TR.N=S1+0.3WS+0.3WL	-97,597	-4,473	2,2	8,397	10,053
622	0	S2.2TR.N=S1+0.3WS+0.3WL	-221,69	-5,518	3,12	13,5	-0,1046
622	0,5	S2.2TR.N=S1+0.3WS+0.3WL	-223,11	-5,518	3,12	12,01	2,7316
622	1	S2.2TR.N=S1+0.3WS+0.3WL	-224,52	-5,518	3,12	10,52	5,5678
700	0	S2.2TR.N=S1+0.3WS+0.3WL	-68,1	-5,085	1,6	7,624	3,7782
700	0,5	S2.2TR.N=S1+0.3WS+0.3WL	-69,514	-5,085	1,6	6,865	6,322
700	1	S2.2TR.N=S1+0.3WS+0.3WL	-70,928	-5,085	1,6	6,106	8,8659
726	0	S2.2TR.N=S1+0.3WS+0.3WL	-195,03	-6,017	1,9	7,658	-1,3738
726	0,5	S2.2TR.N=S1+0.3WS+0.3WL	-196,44	-6,017	1,9	6,783	1,7118
726	1	S2.2TR.N=S1+0.3WS+0.3WL	-197,85	-6,017	1,9	5,908	4,7973
596	0	S2.L.E=S1+0.3WS+0.3WL	-106,42	-7,682	4,94	11,06	-5,4782
596	0,5	S2.L.E=S1+0.3WS+0.3WL	-107,83	-7,682	4,94	8,625	-1,6362

596	1	$S2.L.E=S1+0.3WS+0.3WL$	-109,25	-7,682	4,94	6,193	2,2059
622	0	$S2.L.E=S1+0.3WS+0.3WL$	-223,04	-8,674	0,13	-1,89	-10,857
622	0,5	$S2.L.E=S1+0.3WS+0.3WL$	-224,45	-8,674	0,13	-1,88	-6,4488
622	1	$S2.L.E=S1+0.3WS+0.3WL$	-225,86	-8,674	0,13	-1,88	-2,0403
700	0	$S2.L.E=S1+0.3WS+0.3WL$	-68,207	-2,775	4,42	8,954	7,6683
700	0,5	$S2.L.E=S1+0.3WS+0.3WL$	-69,621	-2,775	4,42	6,743	9,0557
700	1	$S2.L.E=S1+0.3WS+0.3WL$	-71,034	-2,775	4,42	4,531	10,443
726	0	$S2.L.E=S1+0.3WS+0.3WL$	-195,73	-3,474	-1	-6,45	4,2903
726	0,5	$S2.L.E=S1+0.3WS+0.3WL$	-197,14	-3,474	-1	-5,97	6,0328
726	1	$S2.L.E=S1+0.3WS+0.3WL$	-198,56	-3,474	-1	-5,48	7,7752
596	0	$S2.L.N=S1+0.3WS+0.3WL$	-125,69	-3,091	3,46	7,199	2,935
596	0,5	$S2.L.N=S1+0.3WS+0.3WL$	-127,11	-3,091	3,46	5,508	4,4816
596	1	$S2.L.N=S1+0.3WS+0.3WL$	-128,52	-3,091	3,46	3,816	6,0283
622	0	$S2.L.N=S1+0.3WS+0.3WL$	-202,33	-4,08	1,38	1,632	-2,43
622	0,5	$S2.L.N=S1+0.3WS+0.3WL$	-203,74	-4,08	1,38	1,012	-0,3184
622	1	$S2.L.N=S1+0.3WS+0.3WL$	-205,16	-4,08	1,38	0,391	1,7933
700	0	$S2.L.N=S1+0.3WS+0.3WL$	-88,912	-0,995	2,86	4,701	8,3216
700	0,5	$S2.L.N=S1+0.3WS+0.3WL$	-90,325	-0,995	2,86	3,272	8,8191
700	1	$S2.L.N=S1+0.3WS+0.3WL$	-91,739	-0,995	2,86	1,842	9,3166
726	0	$S2.L.N=S1+0.3WS+0.3WL$	-176,46	-1,697	0,38	-2,53	4,9296
726	0,5	$S2.L.N=S1+0.3WS+0.3WL$	-177,87	-1,697	0,38	-2,72	5,7835
726	1	$S2.L.N=S1+0.3WS+0.3WL$	-179,28	-1,697	0,38	-2,9	6,6375
596	0	$S2.R.E=S1+0.3WS+0.3WL$	-91,804	-2,234	-1,1	2,152	9,2575
596	0,5	$S2.R.E=S1+0.3WS+0.3WL$	-93,218	-2,234	-1,1	2,719	10,375
596	1	$S2.R.E=S1+0.3WS+0.3WL$	-94,631	-2,234	-1,1	3,286	11,492
622	0	$S2.R.E=S1+0.3WS+0.3WL$	-219,33	-3,034	5,28	20,49	5,4101
622	0,5	$S2.R.E=S1+0.3WS+0.3WL$	-220,74	-3,034	5,28	17,85	6,9325
622	1	$S2.R.E=S1+0.3WS+0.3WL$	-222,16	-3,034	5,28	15,21	8,4549
700	0	$S2.R.E=S1+0.3WS+0.3WL$	-82,82	-8,222	-1,7	-0,75	-7,0676
700	0,5	$S2.R.E=S1+0.3WS+0.3WL$	-84,234	-8,222	-1,7	0,125	-2,9553
700	1	$S2.R.E=S1+0.3WS+0.3WL$	-85,648	-8,222	-1,7	0,995	1,157
726	0	$S2.R.E=S1+0.3WS+0.3WL$	-199,44	-9,114	4,19	14,63	-11,977
726	0,5	$S2.R.E=S1+0.3WS+0.3WL$	-200,85	-9,114	4,19	12,61	-7,3486
726	1	$S2.R.E=S1+0.3WS+0.3WL$	-202,27	-9,114	4,19	10,58	-2,72
596	0	$S2.R.N=S1+0.3WS+0.3WL$	-112,51	-0,454	0,43	6,406	9,9109
596	0,5	$S2.R.N=S1+0.3WS+0.3WL$	-113,92	-0,454	0,43	6,19	10,138
596	1	$S2.R.N=S1+0.3WS+0.3WL$	-115,34	-0,454	0,43	5,974	10,365
622	0	$S2.R.N=S1+0.3WS+0.3WL$	-200,05	-1,257	3,95	16,57	6,0494
622	0,5	$S2.R.N=S1+0.3WS+0.3WL$	-201,47	-1,257	3,95	14,6	6,6833
622	1	$S2.R.N=S1+0.3WS+0.3WL$	-202,88	-1,257	3,95	12,62	7,3172
700	0	$S2.R.N=S1+0.3WS+0.3WL$	-102,1	-3,632	-0,2	3,112	1,3457
700	0,5	$S2.R.N=S1+0.3WS+0.3WL$	-103,51	-3,632	-0,2	3,242	3,1626
700	1	$S2.R.N=S1+0.3WS+0.3WL$	-104,92	-3,632	-0,2	3,372	4,9795
726	0	$S2.R.N=S1+0.3WS+0.3WL$	-178,73	-4,52	2,94	11,11	-3,5498
726	0,5	$S2.R.N=S1+0.3WS+0.3WL$	-180,15	-4,52	2,94	9,711	-1,2182
726	1	$S2.R.N=S1+0.3WS+0.3WL$	-181,56	-4,52	2,94	8,312	1,1135
596	0	$S3.2TR.E=S2+1T$	-56,358	-10,59	2,12	10,14	-3,133
596	0,5	$S3.2TR.E=S2+1T$	-57,772	-10,59	2,12	9,119	2,1651
596	1	$S3.2TR.E=S2+1T$	-59,186	-10,59	2,12	8,098	7,4633
622	0	$S3.2TR.E=S2+1T$	-260,11	-11,64	3,2	13,88	-8,8153

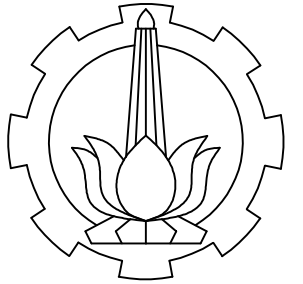
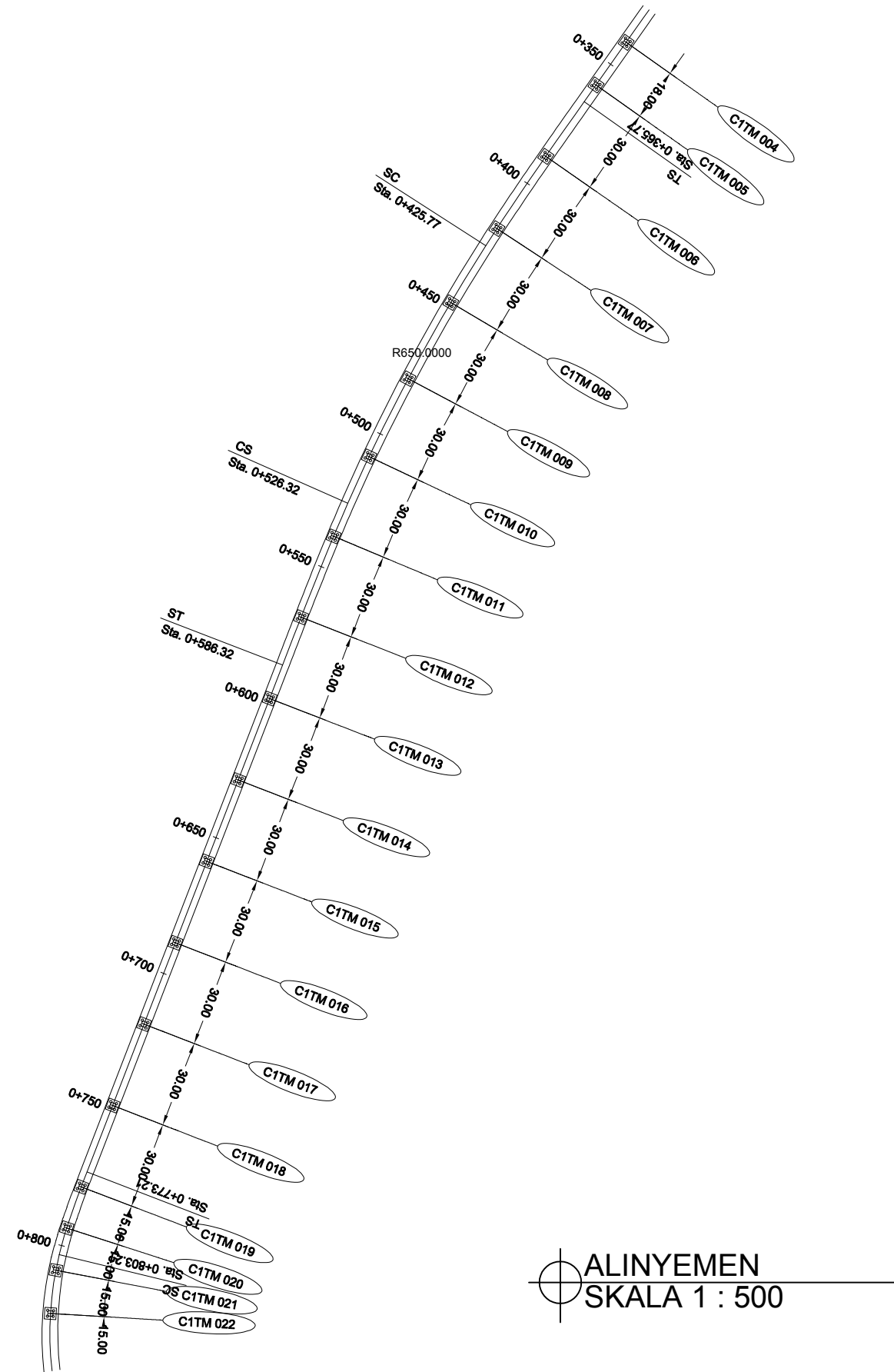
622	0,5	S3.2TR.E=S2+1T	-261,52	-11,64	3,2	12,35	-2,9187
622	1	S3.2TR.E=S2+1T	-262,93	-11,64	3,2	10,82	2,9778
700	0	S3.2TR.E=S2+1T	-29,689	-11,21	1,68	8,005	-4,9326
700	0,5	S3.2TR.E=S2+1T	-31,103	-11,21	1,68	7,205	0,6716
700	1	S3.2TR.E=S2+1T	-32,516	-11,21	1,68	6,405	6,2758
726	0	S3.2TR.E=S2+1T	-233,44	-12,14	1,82	7,277	-10,085
726	0,5	S3.2TR.E=S2+1T	-234,85	-12,14	1,82	6,443	-3,9387
726	1	S3.2TR.E=S2+1T	-236,26	-12,14	1,82	5,609	2,2072
596	0	S3.2TR.N=S2+1T	-96,338	-4,223	2,2	10,54	5,9335
596	0,5	S3.2TR.N=S2+1T	-97,752	-4,223	2,2	9,473	8,0463
596	1	S3.2TR.N=S2+1T	-99,166	-4,223	2,2	8,409	10,159
622	0	S3.2TR.N=S2+1T	-220,13	-5,268	3,11	13,48	0,2512
622	0,5	S3.2TR.N=S2+1T	-221,54	-5,268	3,11	12	2,9624
622	1	S3.2TR.N=S2+1T	-222,95	-5,268	3,11	10,51	5,6736
700	0	S3.2TR.N=S2+1T	-69,669	-4,835	1,6	7,608	4,134
700	0,5	S3.2TR.N=S2+1T	-71,083	-4,835	1,6	6,851	6,5528
700	1	S3.2TR.N=S2+1T	-72,497	-4,835	1,6	6,094	8,9717
726	0	S3.2TR.N=S2+1T	-193,46	-5,767	1,9	7,673	-1,018
726	0,5	S3.2TR.N=S2+1T	-194,87	-5,767	1,9	6,797	1,9426
726	1	S3.2TR.N=S2+1T	-196,28	-5,767	1,9	5,92	4,9031
596	0	S3.L.E=S2+1T	-107,99	-7,432	4,94	11,07	-5,1224
596	0,5	S3.L.E=S2+1T	-109,4	-7,432	4,94	8,639	-1,4054
596	1	S3.L.E=S2+1T	-110,81	-7,432	4,94	6,205	2,3117
622	0	S3.L.E=S2+1T	-221,47	-8,424	0,13	-1,9	-10,501
622	0,5	S3.L.E=S2+1T	-222,88	-8,424	0,13	-1,9	-6,218
622	1	S3.L.E=S2+1T	-224,29	-8,424	0,13	-1,89	-1,9345
700	0	S3.L.E=S2+1T	-69,776	-2,525	4,42	8,939	8,0241
700	0,5	S3.L.E=S2+1T	-71,19	-2,525	4,42	6,729	9,2865
700	1	S3.L.E=S2+1T	-72,603	-2,525	4,42	4,518	10,549
726	0	S3.L.E=S2+1T	-194,16	-3,224	-1	-6,43	4,6461
726	0,5	S3.L.E=S2+1T	-195,58	-3,224	-1	-5,95	6,2636
726	1	S3.L.E=S2+1T	-196,99	-3,224	-1	-5,47	7,881
596	0	S3.L.N=S2+1T	-127,26	-2,841	3,46	7,215	3,2908
596	0,5	S3.L.N=S2+1T	-128,68	-2,841	3,46	5,522	4,7124
596	1	S3.L.N=S2+1T	-130,09	-2,841	3,46	3,829	6,1341
622	0	S3.L.N=S2+1T	-200,76	-3,83	1,37	1,617	-2,0742
622	0,5	S3.L.N=S2+1T	-202,18	-3,83	1,37	0,998	-0,0876
622	1	S3.L.N=S2+1T	-203,59	-3,83	1,37	0,379	1,899
700	0	S3.L.N=S2+1T	-90,481	-0,745	2,85	4,685	8,6774
700	0,5	S3.L.N=S2+1T	-91,894	-0,745	2,85	3,258	9,0499
700	1	S3.L.N=S2+1T	-93,308	-0,745	2,85	1,83	9,4224
726	0	S3.L.N=S2+1T	-174,89	-1,447	0,38	-2,52	5,2854
726	0,5	S3.L.N=S2+1T	-176,3	-1,447	0,38	-2,7	6,0143
726	1	S3.L.N=S2+1T	-177,71	-1,447	0,38	-2,89	6,7433
596	0	S3.R.E=S2+1T	-93,373	-1,984	-1,1	2,168	9,6133
596	0,5	S3.R.E=S2+1T	-94,787	-1,984	-1,1	2,733	10,606
596	1	S3.R.E=S2+1T	-96,2	-1,984	-1,1	3,298	11,598
622	0	S3.R.E=S2+1T	-217,76	-2,784	5,28	20,47	5,7659
622	0,5	S3.R.E=S2+1T	-219,17	-2,784	5,28	17,83	7,1633
622	1	S3.R.E=S2+1T	-220,59	-2,784	5,28	15,19	8,5607

700	0	S3.R.E=S2+1T	-84,389	-7,972	-1,7	-0,76	-6,7118
700	0,5	S3.R.E=S2+1T	-85,803	-7,972	-1,7	0,111	-2,7245
700	1	S3.R.E=S2+1T	-87,217	-7,972	-1,7	0,983	1,2628
726	0	S3.R.E=S2+1T	-197,87	-8,864	4,19	14,65	-11,621
726	0,5	S3.R.E=S2+1T	-199,28	-8,864	4,19	12,62	-7,1178
726	1	S3.R.E=S2+1T	-200,7	-8,864	4,19	10,6	-2,6143
596	0	S3.R.N=S2+1T	-114,08	-0,204	0,44	6,422	10,267
596	0,5	S3.R.N=S2+1T	-115,49	-0,204	0,44	6,204	10,369
596	1	S3.R.N=S2+1T	-116,91	-0,204	0,44	5,986	10,471
622	0	S3.R.N=S2+1T	-198,48	-1,007	3,95	16,56	6,4052
622	0,5	S3.R.N=S2+1T	-199,9	-1,007	3,95	14,58	6,9141
622	1	S3.R.N=S2+1T	-201,31	-1,007	3,95	12,61	7,423
700	0	S3.R.N=S2+1T	-103,66	-3,382	-0,2	3,096	1,7015
700	0,5	S3.R.N=S2+1T	-105,08	-3,382	-0,2	3,228	3,3934
700	1	S3.R.N=S2+1T	-106,49	-3,382	-0,2	3,36	5,0853
726	0	S3.R.N=S2+1T	-177,17	-4,27	2,94	11,13	-3,194
726	0,5	S3.R.N=S2+1T	-178,58	-4,27	2,94	9,725	-0,9874
726	1	S3.R.N=S2+1T	-179,99	-4,27	2,94	8,324	1,2193
596	0	S4EX (R=1)=1PS+1D+1SD+1EX+1T	27,707	28,31	5,47	9,858	55,114
596	0,5	S4EX (R=1)=1PS+1D+1SD+1EX+1T	26,293	28,31	5,47	7,14	40,999
596	1	S4EX (R=1)=1PS+1D+1SD+1EX+1T	24,88	28,31	5,47	4,459	26,936
622	0	S4EX (R=1)=1PS+1D+1SD+1EX+1T	-4,6696	27,58	5,71	10,63	51,667
622	0,5	S4EX (R=1)=1PS+1D+1SD+1EX+1T	-6,0833	27,58	5,71	7,776	37,916
622	1	S4EX (R=1)=1PS+1D+1SD+1EX+1T	-7,497	27,58	5,71	4,926	24,219
700	0	S4EX (R=1)=1PS+1D+1SD+1EX+1T	27,707	28,31	4,86	6,932	55,114
700	0,5	S4EX (R=1)=1PS+1D+1SD+1EX+1T	26,293	28,31	4,86	4,522	40,999
700	1	S4EX (R=1)=1PS+1D+1SD+1EX+1T	24,88	28,31	4,86	2,149	26,936
726	0	S4EX (R=1)=1PS+1D+1SD+1EX+1T	-4,6696	27,58	4,92	6,875	51,667
726	0,5	S4EX (R=1)=1PS+1D+1SD+1EX+1T	-6,0833	27,58	4,92	4,417	37,916
726	1	S4EX (R=1)=1PS+1D+1SD+1EX+1T	-7,4971	27,58	4,92	1,962	24,219
596	0	S4EX (R=1,5)=1PS+1D+1SD+1EX+1T	-26,442	19,19	3,75	7,06	39,054
596	0,5	S4EX (R=1,5)=1PS+1D+1SD+1EX+1T	-27,855	19,19	3,75	5,196	29,487
596	1	S4EX (R=1,5)=1PS+1D+1SD+1EX+1T	-29,269	19,19	3,75	3,357	19,954
622	0	S4EX (R=1,5)=1PS+1D+1SD+1EX+1T	-59,399	18,47	3,94	7,711	35,643
622	0,5	S4EX (R=1,5)=1PS+1D+1SD+1EX+1T	-60,813	18,47	3,94	5,744	26,436
622	1	S4EX (R=1,5)=1PS+1D+1SD+1EX+1T	-62,227	18,47	3,94	3,778	17,264
700	0	S4EX (R=1,5)=1PS+1D+1SD+1EX+1T	-26,442	19,19	3,13	4,134	39,054
700	0,5	S4EX (R=1,5)=1PS+1D+1SD+1EX+1T	-27,856	19,19	3,13	2,578	29,487
700	1	S4EX (R=1,5)=1PS+1D+1SD+1EX+1T	-29,269	19,19	3,13	1,047	19,954
726	0	S4EX (R=1,5)=1PS+1D+1SD+1EX+1T	-59,399	18,47	3,15	3,957	35,643
726	0,5	S4EX (R=1,5)=1PS+1D+1SD+1EX+1T	-60,813	18,47	3,15	2,384	26,436
726	1	S4EX (R=1,5)=1PS+1D+1SD+1EX+1T	-62,227	18,47	3,15	0,814	17,264
596	0	S4EY (R=1)=1PS+1D+1SD+1EY+1T	6,5641	10,29	16,7	25,78	24,699
596	0,5	S4EY (R=1)=1PS+1D+1SD+1EY+1T	5,1504	10,29	16,7	17,47	19,569
596	1	S4EY (R=1)=1PS+1D+1SD+1EY+1T	3,7367	10,29	16,7	9,28	14,456
622	0	S4EY (R=1)=1PS+1D+1SD+1EY+1T	-27,032	9,486	17,3	27,3	20,903
622	0,5	S4EY (R=1)=1PS+1D+1SD+1EY+1T	-28,446	9,486	17,3	18,65	16,178
622	1	S4EY (R=1)=1PS+1D+1SD+1EY+1T	-29,86	9,486	17,3	10,01	11,471
700	0	S4EY (R=1)=1PS+1D+1SD+1EY+1T	6,5641	10,29	16,1	22,85	24,699
700	0,5	S4EY (R=1)=1PS+1D+1SD+1EY+1T	5,1504	10,29	16,1	14,85	19,569

700	1	S4EY (R=1)=1PS+1D+1SD+1EY+1T	3,7366	10,29	16,1	6,97	14,456
726	0	S4EY (R=1)=1PS+1D+1SD+1EY+1T	-27,032	9,486	16,5	23,54	20,903
726	0,5	S4EY (R=1)=1PS+1D+1SD+1EY+1T	-28,446	9,486	16,5	15,29	16,178
726	1	S4EY (R=1)=1PS+1D+1SD+1EY+1T	-29,86	9,486	16,5	7,043	11,471
596	0	S4EY (R=1,5)=1PS+1D+1SD+1EY+1T	-40,537	7,175	11,3	17,67	18,778
596	0,5	S4EY (R=1,5)=1PS+1D+1SD+1EY+1T	-41,951	7,175	11,3	12,08	15,2
596	1	S4EY (R=1,5)=1PS+1D+1SD+1EY+1T	-43,364	7,175	11,3	6,572	11,635
622	0	S4EY (R=1,5)=1PS+1D+1SD+1EY+1T	-74,308	6,405	11,7	18,82	15,134
622	0,5	S4EY (R=1,5)=1PS+1D+1SD+1EY+1T	-75,721	6,405	11,7	12,99	11,943
622	1	S4EY (R=1,5)=1PS+1D+1SD+1EY+1T	-77,135	6,405	11,7	7,166	8,7653
700	0	S4EY (R=1,5)=1PS+1D+1SD+1EY+1T	-40,537	7,175	10,6	14,75	18,778
700	0,5	S4EY (R=1,5)=1PS+1D+1SD+1EY+1T	-41,951	7,175	10,6	9,463	15,2
700	1	S4EY (R=1,5)=1PS+1D+1SD+1EY+1T	-43,364	7,175	10,6	4,262	11,635
726	0	S4EY (R=1,5)=1PS+1D+1SD+1EY+1T	-74,308	6,405	10,9	15,07	15,134
726	0,5	S4EY (R=1,5)=1PS+1D+1SD+1EY+1T	-75,721	6,405	10,9	9,631	11,943
726	1	S4EY (R=1,5)=1PS+1D+1SD+1EY+1T	-77,135	6,405	10,9	4,202	8,7653
BEBAN TETAP tarik			-28,12	1,289	5,28	20,49	11,598
BEBAN TETAP tekan			-349,69	-13,01	-3,1	-16,8	-15,529
BEBAN SEMENTARA tarik			27,707	28,31	17,3	27,3	55,114
BEBAN SEMENTARA tekan			-335,87	-27,1	-17	-27,3	-44,478

DAFTAR GAMBAR PERENCANAAN

NO	JUDUL GAMBAR	SKALA	NOMOR	JUMLAH
1	ALINYEMEN DESAIN LRT	1 : 500	1	14
2	TAMPAK MEMANJANG (7 SEGMENT)	1 : 800	2	14
3	TAMPAK MEMANJANG (1 SEGMENT)	1 : 200	2	14
4	TAMPAK MELINTANG	1 : 200	2	14
5	DENAH PONDASI	1 : 50	3	14
6	DENAH PENULANGAN PILECAP	1 : 50	4	14
7	DETAIL PENULANGAN PILECAP	1 : 25	4	14
8	DETAIL PENULANGAN PILAR	1 : 25	5	14
9	DETAIL PENULANGAN BOREPILE	1 : 25	5	14
10	DETAIL PENULANGAN	1 : 100	6	14
11	TENDON LAYOUT PIERHEAD	1 : 50	7	14
12	DETAIL PENULANGAN PIERHEAD	1 : 50	8	14
13	DETAIL POTONGAN PIERHEAD	1 : 50	8	14
14	DETAIL RUBBER	1 : 10	8	14
15	TAMPAK ATAS	1 : 100	9	14
16	LAYOUT TENDON U-GIRDER	1 : 100	9	14
17	POTONGAN MELINTANG DETAIL U-GIRDER	1 : 25	10	14
18	POTONGAN MEMANJANG U-GIRDER	1 : 100	12	14
19	DETAIL BURSTING STEEL	1 : 10	13	14



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KEY PLAN



PROYEK AKHIR TERAPAN

DESAIN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN LIGHT
RAIL TRANSIT (LRT) JAKARTA
PRESTRESS U-SHAPE GIRDER

NAMA MAHASISWA

HERWINDA JATU WIDYA H.
NRP : 3113041047

NAMA DOSEN PEMIMBING

Ir. IBNU PUDJI R., MS.
NIP : 19600105 198603 1 003

NAMA GAMBAR

ALINYEMEN DESAIN LRT

CATATAN

MUTU BETON
fc' = 50 MPa (U-Girder)
fc' = 50 MPa (Pier Head)
fc' = 40 MPa (Pier)
fc' = 40 MPa (Pile Cap)
fc' = 30 MPa (Bore Pile)
DIMENSI SATUAN DALAM MM KECUALI DISEBUTKAN LAIN

SKALA 1 : 500

KODE GBR	NO. GBR	JML. GBR
ARS	01	14



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KEY PLAN



PROYEK AKHIR TERAPAN

DESAIN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN LIGHT
RAIL TRANSIT (LRT) JAKARTA
PRESTRESS U-SHAPE GIRDER

NAMA MAHASISWA

HERWINDA JATU WIDYA H.
NRP : 3113041047

NAMA DOSEN PEMIMBING

Ir. IBNU PUDJI R., MS.
NIP : 19600105 198603 1 003

NAMA GAMBAR

TAMPAK MEMANJANG DAN MELINTANG

CATATAN

MUTU BETON
fc' = 50 MPa (U-Girder)
fc' = 50 MPa (Pier Head)
fc' = 40 MPa (Pier)
fc' = 40 MPa (Pile Cap)
fc' = 30 MPa (Bore Pile)
DIMENSI SATUAN DALAM MM KECUALI DISEBUTKAN LAIN

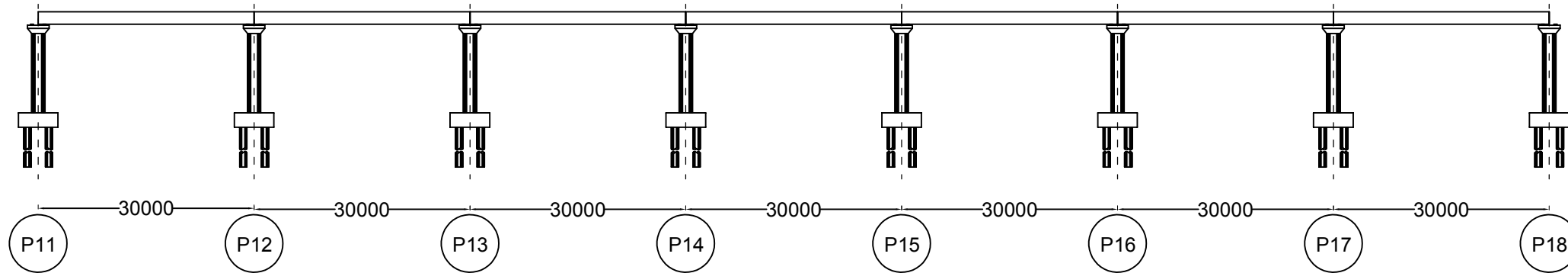
SKALA 1 : 200

KODE GBR	NO. GBR	JML. GBR
----------	---------	----------

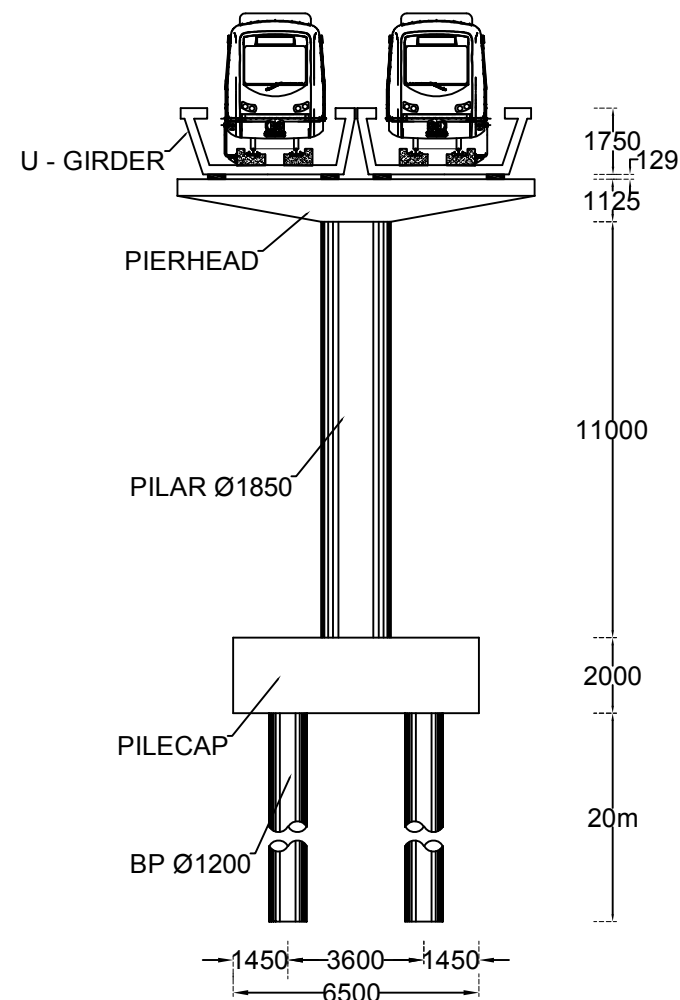
ARS

02

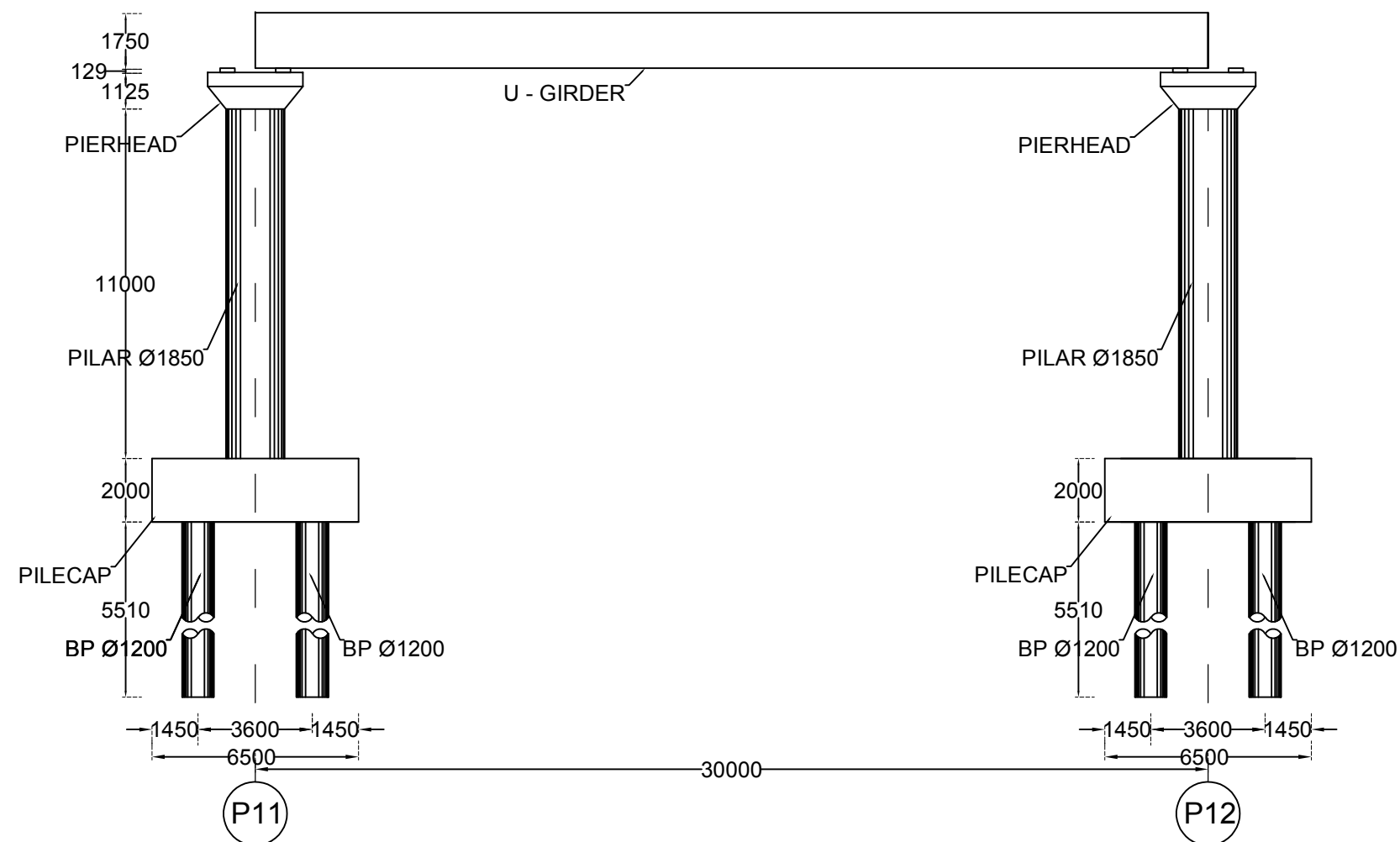
14



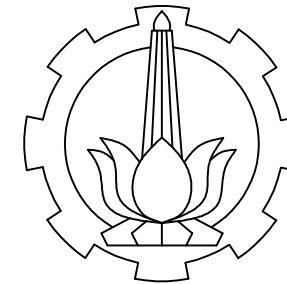
TAMPAK MEMANJANG
SKALA 1 : 800



TAMPAK MELINTANG
SKALA 1 : 200

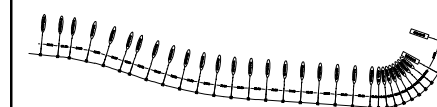


TAMPAK MEMANJANG 1 SEGMENT
SKALA 1 : 200



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KEY PLAN



PROYEK AKHIR TERAPAN

DESAIN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN LIGHT
RAIL TRANSIT (LRT) JAKARTA
PRESTRESS U-SHAPE GIRDER

NAMA MAHASISWA

HERWINDA JATU WIDYA H.
NRP : 3113041047

NAMA DOSEN PEMIMBING

Ir. IBNU PUDJI R., MS.
NIP : 19600105 198603 1 003

NAMA GAMBAR

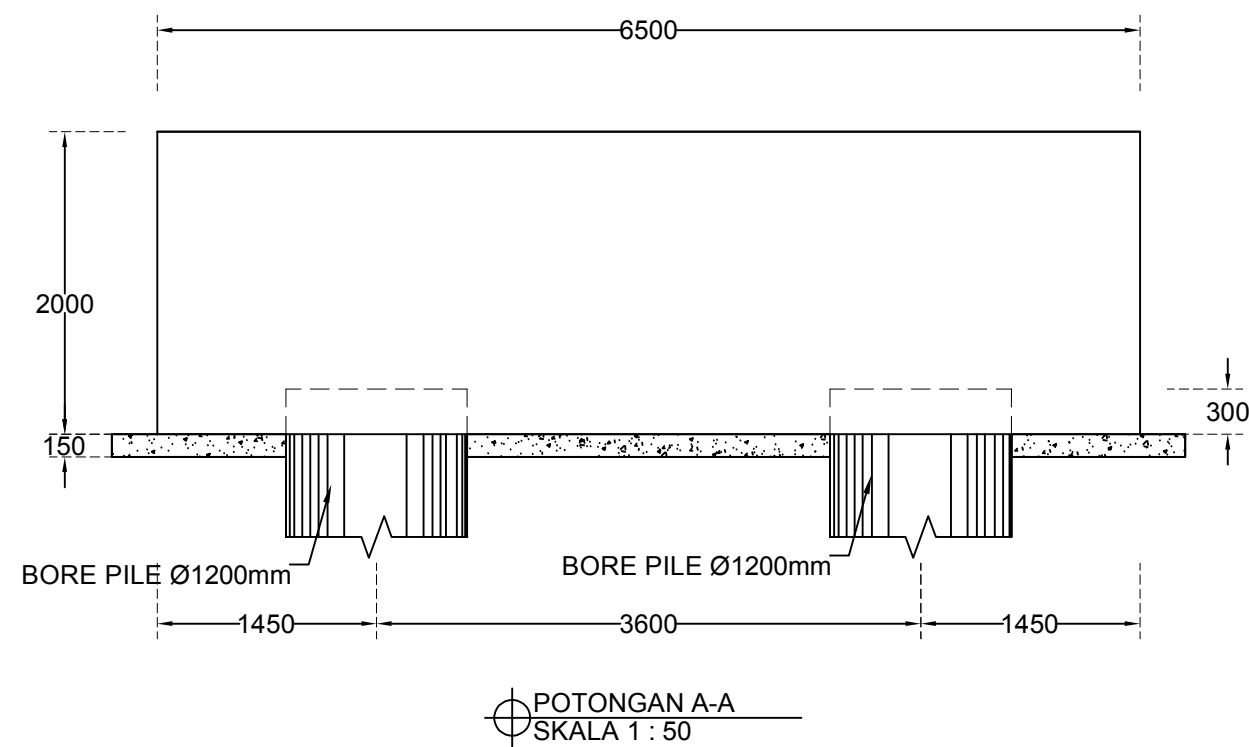
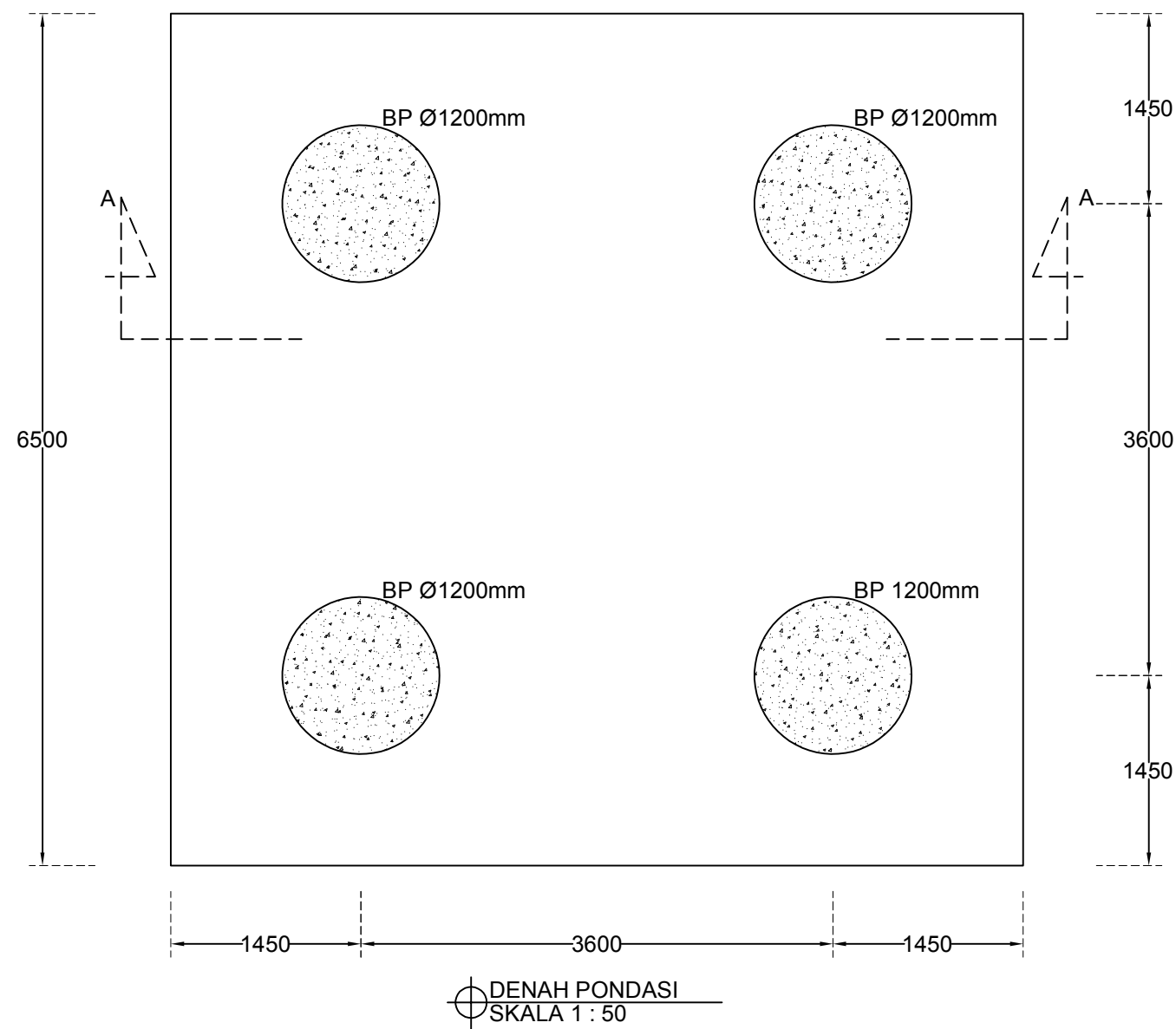
DENAH PONDASI

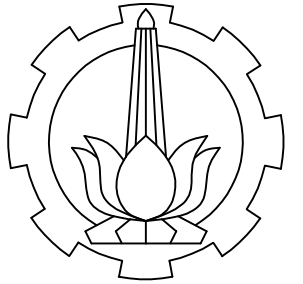
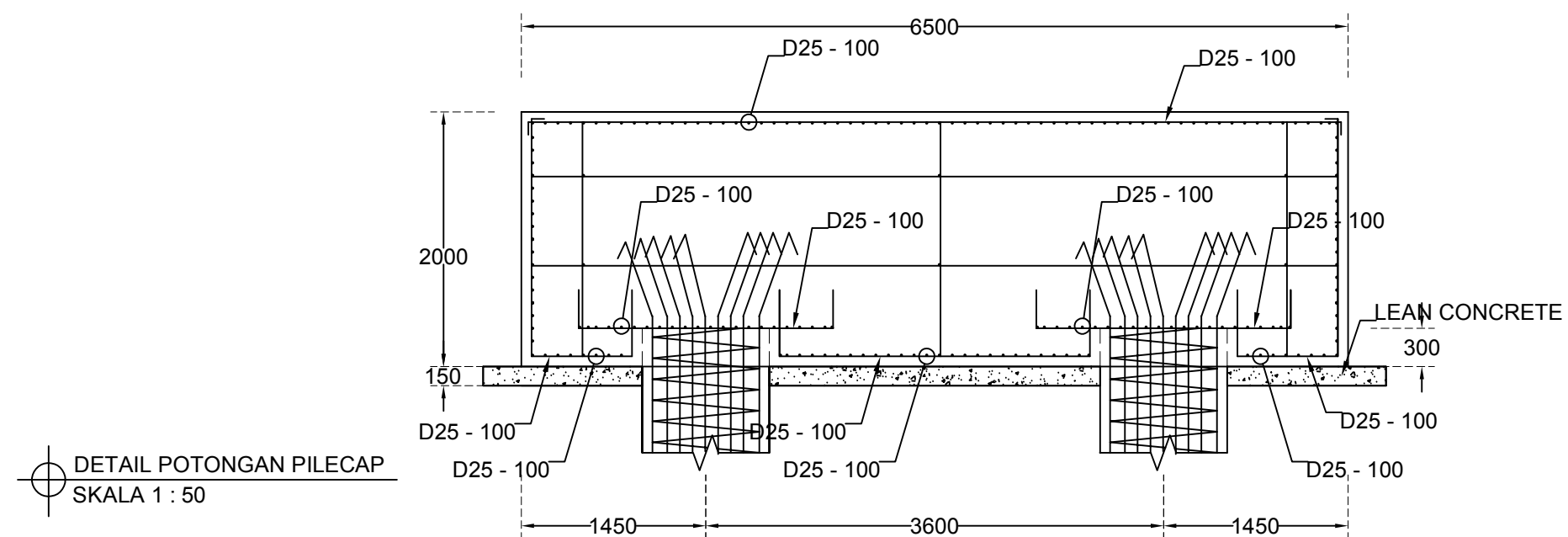
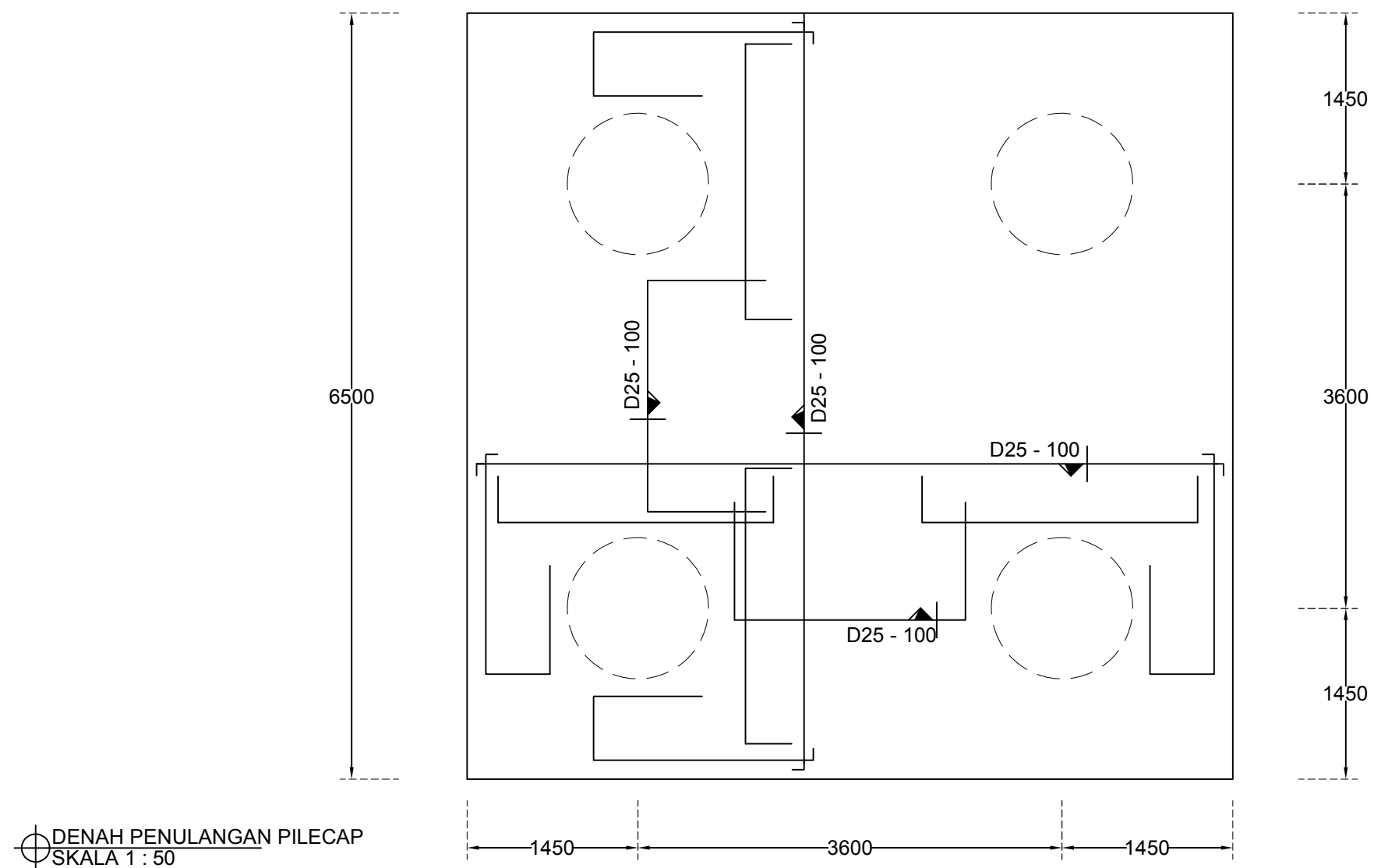
CATATAN

MUTU BETON
f_c' = 50 MPa (U-Girder)
f_c' = 50 MPa (Pier Head)
f_c' = 40 MPa (Pier)
f_c' = 40 MPa (Pile Cap)
f_c' = 30 MPa (Bore Pile)
DIMENSI SATUAN DALAM MM KECUALI DISEBUTKAN LAIN

SKALA 1 : 50

KODE GBR	NO. GBR	JML. GBR
STR	03	14





PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KEY PLAN



PROYEK AKHIR TERAPAN

DESAIN STRUKTUR DAN METODE PELAKSANAAN LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) JAKARTA PRESTRESS U-SHAPE GIRDER

NAMA MAHASISWA

HERWINDA JATU WIDYA H.
NRP : 3113041047

NAMA DOSEN PEMIMBING

Ir. IBNU PUDJI R., MS.
NIP : 19600105 198603 1 003

NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN PONDASI

CATATAN

MUTU BETON

fc' = 50 MPa (U-Girder)

fc' = 50 MPa (Pier Head)

fc' = 40 MPa (Pier)

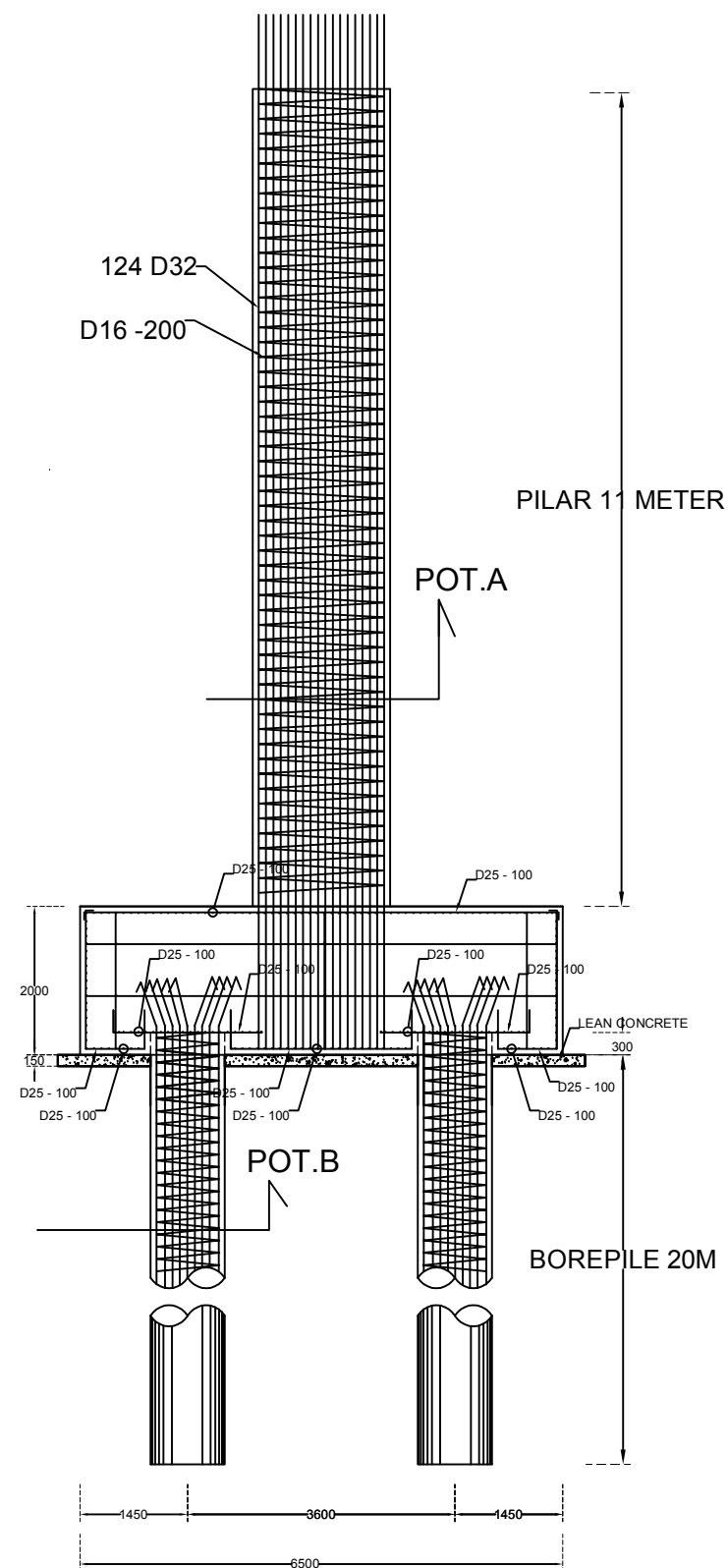
fc' = 40 MPa (Pile Cap)

fc' = 30 MPa (Bore Pile)

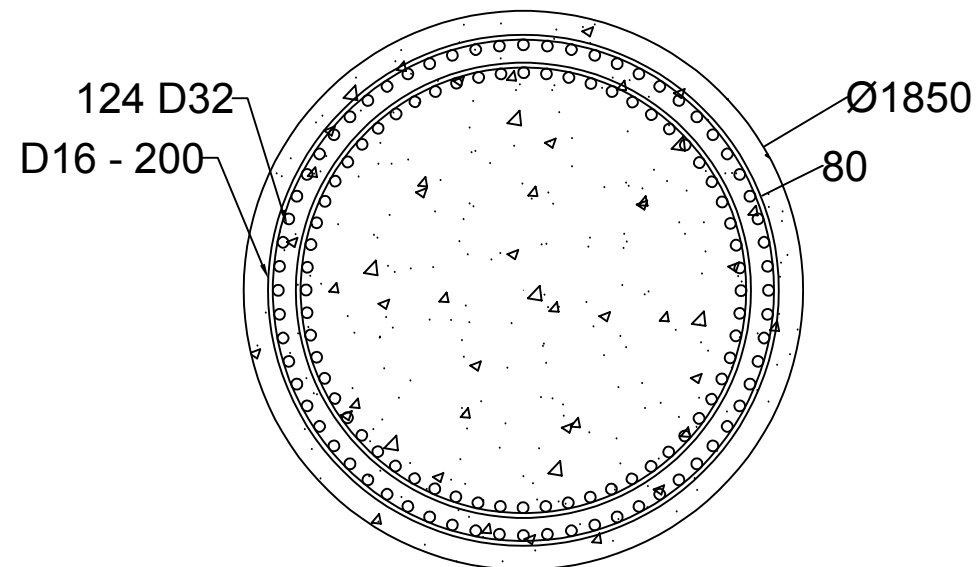
DIMENSI SATUAN DALAM MM KECUALI DISEBUTKAN LAIN

SKALA 1 : 50

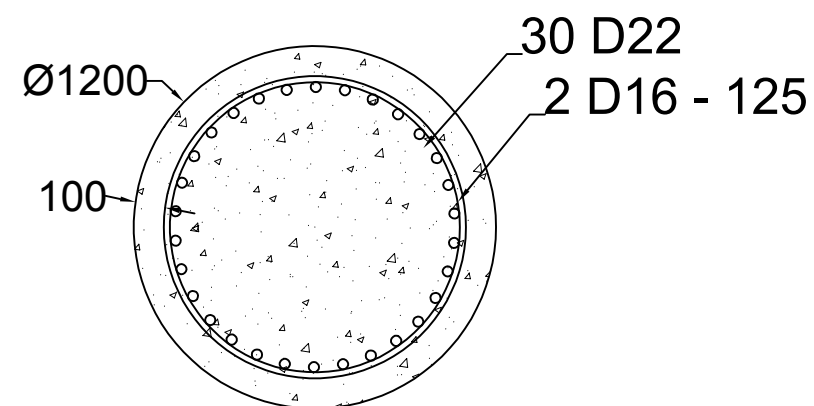
KODE GBR	NO. GBR	JML. GBR
STR	04	14



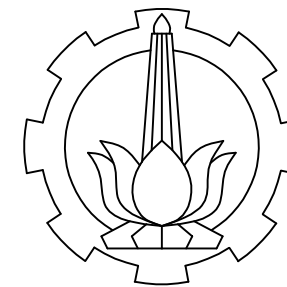
DETAIL PENULANGAN
SKALA 1 : 100



DETAIL POT. A
SKALA 1 : 25



DETAIL POT. B
SKALA 1 : 25



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KEY PLAN



PROYEK AKHIR TERAPAN

DESAIN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN LIGHT
RAIL TRANSIT (LRT) JAKARTA
PRESTRESS U-SHAPE GIRDER

NAMA MAHASISWA

HERWINDA JATU WIDYA H.
NRP : 3113041047

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Ir. IBNU PUDJI R., MS.
NIP : 19600105 198603 1 003

NAMA GAMBAR

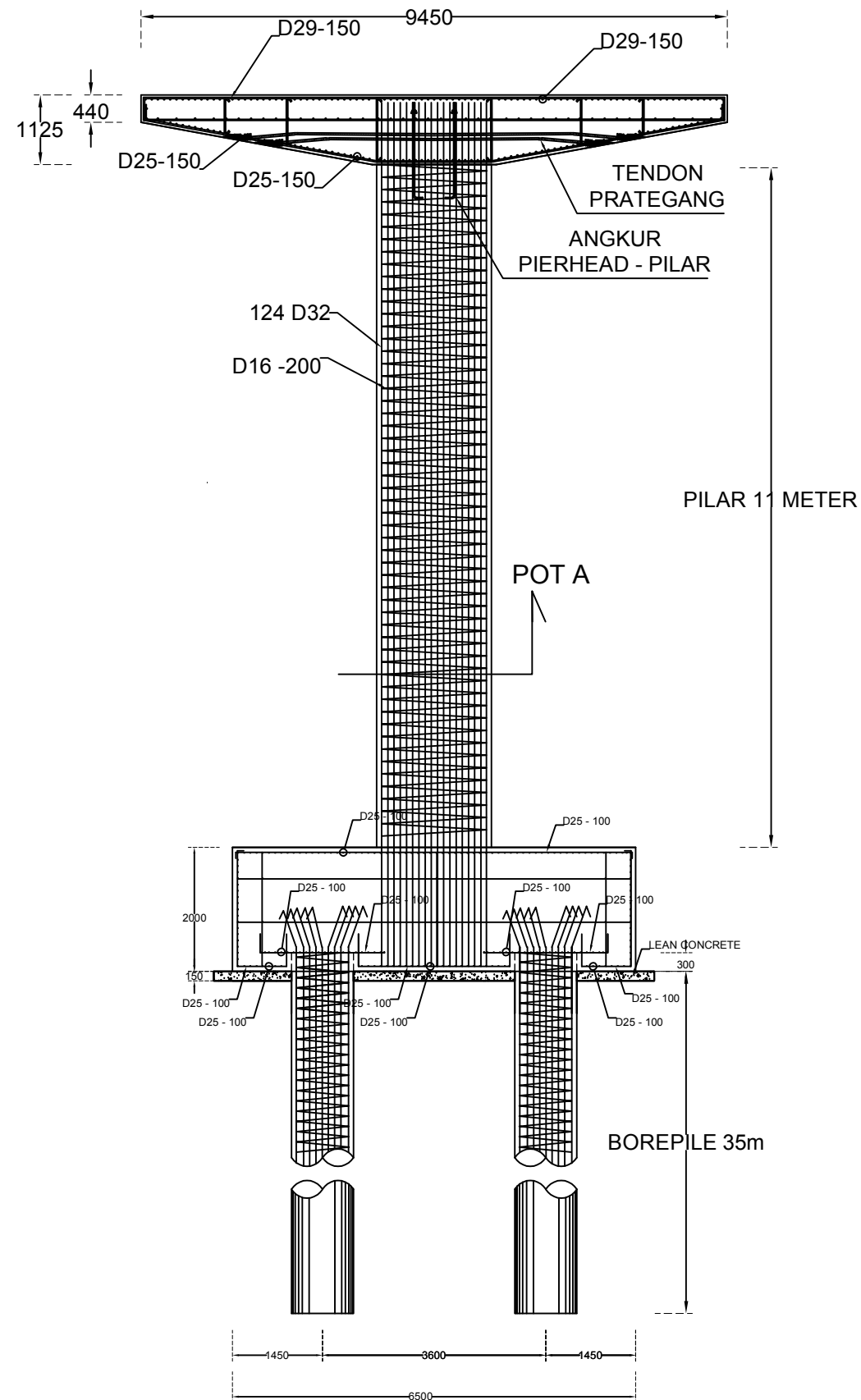
DETAIL PENULANGAN PONDASI

CATATAN

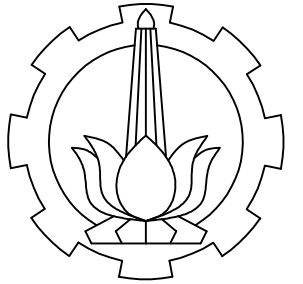
MUTU BETON
f_c' = 50 MPa (U-Girder)
f_c' = 50 MPa (Pier Head)
f_c' = 40 MPa (Pier)
f_c' = 40 MPa (Pile Cap)
f_c' = 30 MPa (Bore Pile)
DIMENSI SATUAN DALAM MM KECUALI DISEBUTKAN LAIN

SKALA 1 : 100

KODE GBR	NO. GBR	JML. GBR
STR	05	14



DETAIL PENULANGAN
SKALA 1 : 100



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KEY PLAN



PROYEK AKHIR TERAPAN

DESAIN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN LIGHT
RAIL TRANSIT (LRT) JAKARTA
PRESTRESS U-SHAPE GIRDER

NAMA MAHASISWA

HERWINDA JATU WIDYA H.
NRP : 3113041047

NAMA DOSEN PEMIMBING

Ir. IBNU PUDJI R., MS.
NIP : 19600105 198603 1 003

NAMA GAMBAR

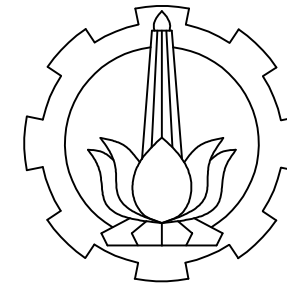
DETAIL PENULANGAN

CATATAN

MUTU BETON
fc' = 50 MPa (U-Girder)
fc' = 50 MPa (Pier Head)
fc' = 40 MPa (Pier)
fc' = 40 MPa (Pile Cap)
fc' = 30 MPa (Bore Pile)
DIMENSI SATUAN DALAM MM KECUALI DISEBUTKAN LAIN

SKALA 1 : 100

KODE GBR	NO. GBR	JML. GBR
STR	06	14



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KEY PLAN



PROYEK AKHIR TERAPAN

DESAIN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN LIGHT
RAIL TRANSIT (LRT) JAKARTA
PRESTRESS U-SHAPE GIRDER

NAMA MAHASISWA

HERWINDA JATU WIDYA H.
NRP : 3113041047

NAMA DOSEN PEMIMBING

Ir. IBNU PUDJI R., MS.
NIP : 19600105 198603 1 003

NAMA GAMBAR

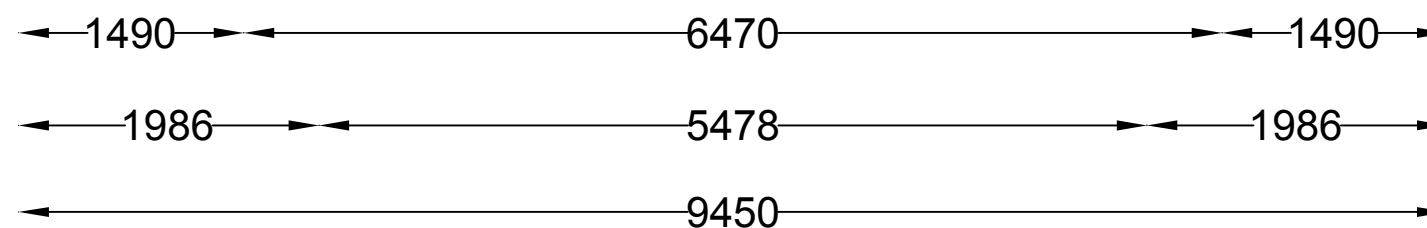
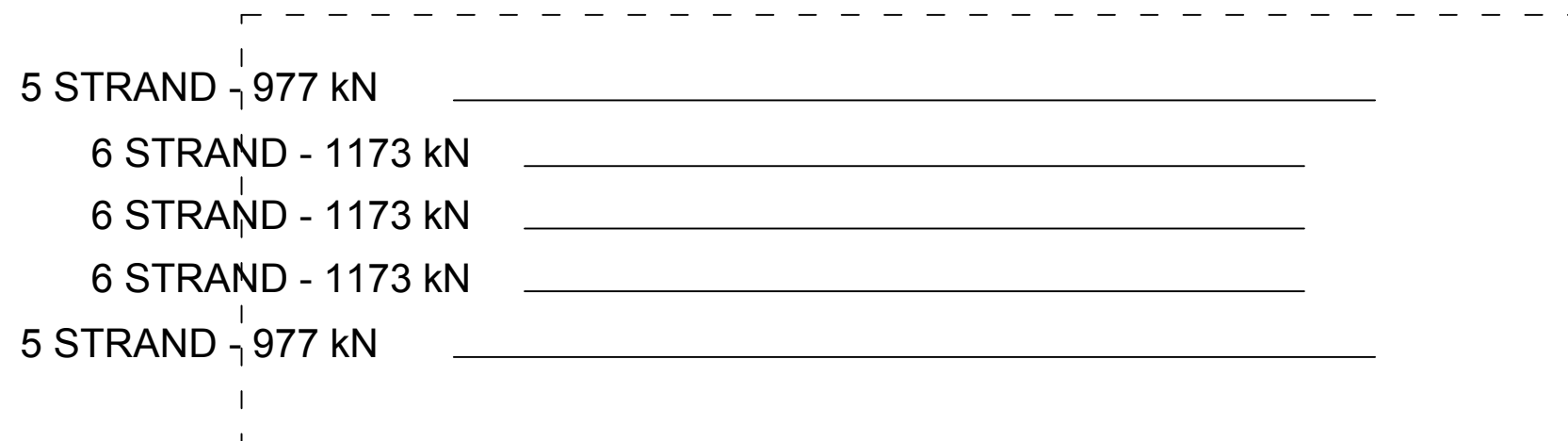
TENDON LAYOUT
PIERHEAD

CATATAN

MUTU BETON
f_c' = 50 MPa (U-Girder)
f_c' = 50 MPa (Pier Head)
f_c' = 40 MPa (Pier)
f_c' = 40 MPa (Pile Cap)
f_c' = 30 MPa (Bore Pile)
DIMENSI SATUAN DALAM MM KECUALI DISEBUTKAN LAIN

SKALA 1 : 50

KODE GBR	NO. GBR	JML. GBR
STR	07	14



NO. TENDON	T17	T18	T19	T20	T21
JML. STRAND	5 buah	6 buah	6 buah	6 buah	5 buah
GAYA (F _p)	977 kN	1173 kN	1173 kN	1173 kN	977 kN



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KEY PLAN



PROYEK AKHIR TERAPAN

DESAIN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN LIGHT
RAIL TRANSIT (LRT) JAKARTA
PRESTRESS U-SHAPE GIRDER

NAMA MAHASISWA

HERWINDA JATU WIDYA H.
NRP : 3113041047

NAMA DOSEN PEMIMBING

Ir. IBNU PUDJI R., MS.
NIP : 19600105 198603 1 003

NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN PIERHEAD

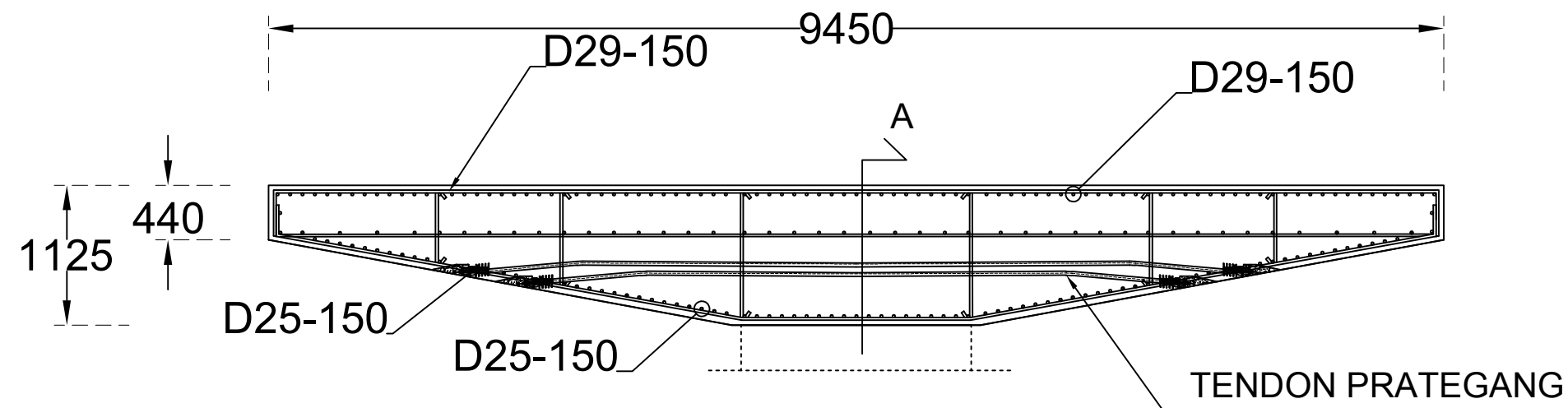
CATATAN

MUTU BETON
f_c' = 50 MPa (U-Girder)
f_c' = 50 MPa (Pier Head)
f_c' = 40 MPa (Pier)
f_c' = 40 MPa (Pile Cap)
f_c' = 30 MPa (Bore Pile)
DIMENSI SATUAN DALAM MM KECUALI DISEBUTKAN LAIN

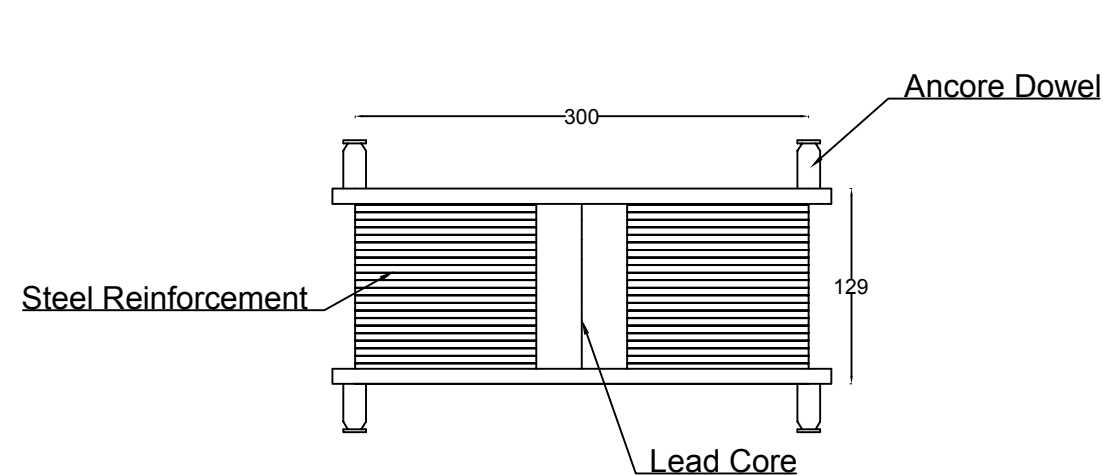
SKALA 1 : 50

KODE GBR	NO. GBR	JML. GBR
----------	---------	----------

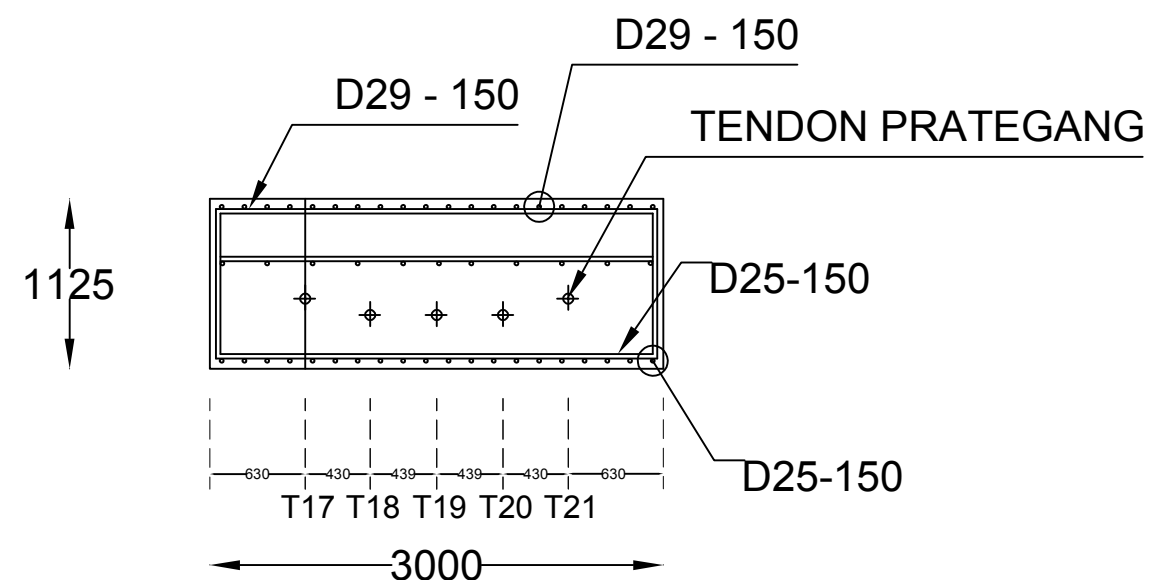
STR	08	14
-----	----	----



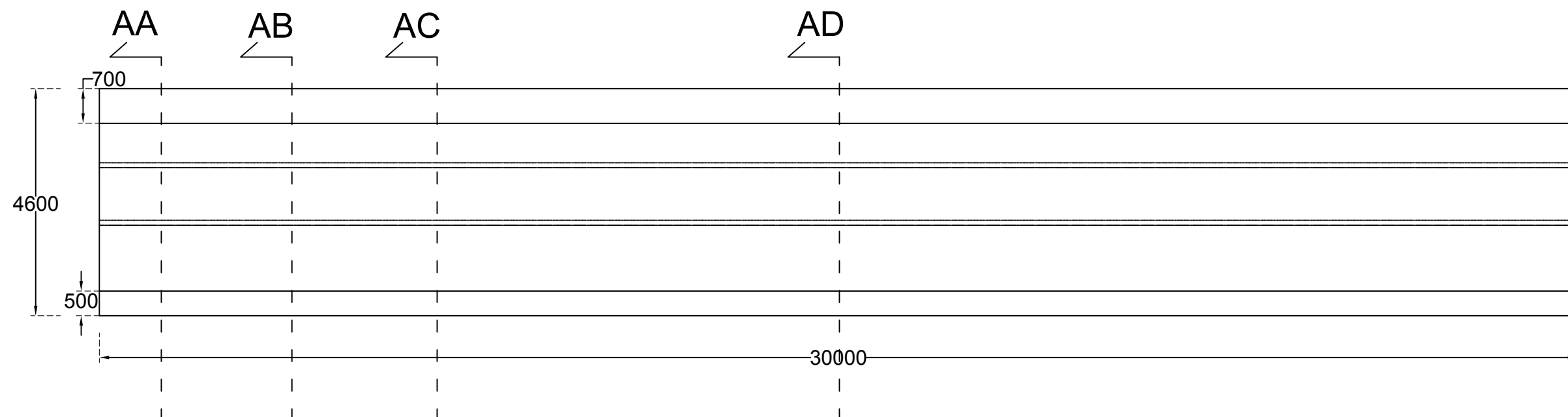
DETAIL PENULANGAN PIERHEAD
SKALA 1 : 50



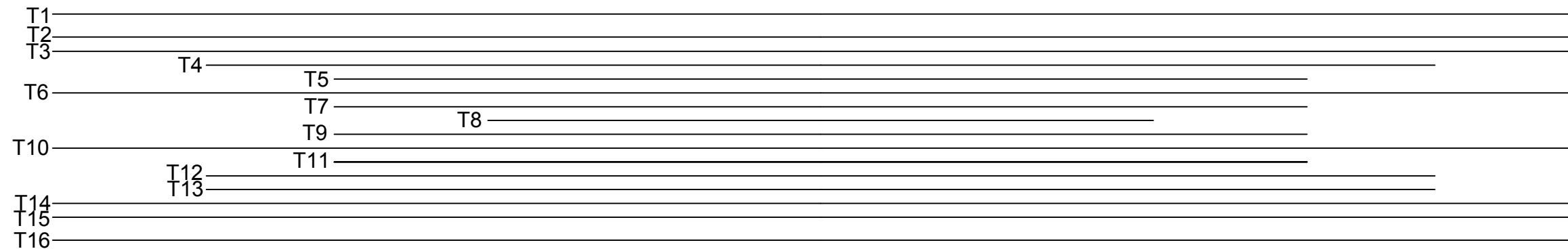
DETAIL RUBBER
SKALA 1 : 10



DETAIL POTONGAN A
SKALA 1 : 50

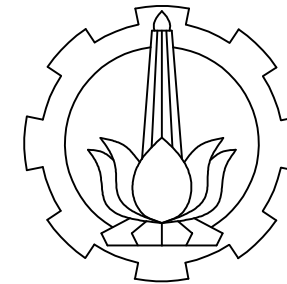


TAMPAK ATAS
SKALA 1 : 100



NO. TENDON	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
JML. STRAND	3 buah	5 buah	9 buah	5 buah	5 buah	12 buah	5 buah	5 buah	5 buah	12 buah	5 buah	5 buah	5 buah	9 buah	5 buah	4 buah
GAYA (Fp)	586 kN	977 kN	1759 kN	977 kN	977 kN	2150 kN	977 kN	977 kN	977 kN	2150 kN	977 kN	977 kN	977 kN	1759 kN	977 kN	782 kN
PANJANG	30 M	30 M	30 M	24 M	19 M	30 M	19 M	13 M	19 M	30 M	19 M	24 M	24 M	30 M	30 M	30 M

LAYOUT TENDON
SKALA 1 : 100



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KEY PLAN



PROYEK AKHIR TERAPAN

DESAIN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN LIGHT
RAIL TRANSIT (LRT) JAKARTA
PRESTRESS U-SHAPE GIRDER

NAMA MAHASISWA

HERWINDA JATU WIDYA H.
NRP : 3113041047

NAMA DOSEN PEMIMBING

Ir. IBNU PUDJI R., MS.
NIP : 19600105 198603 1 003

NAMA GAMBAR

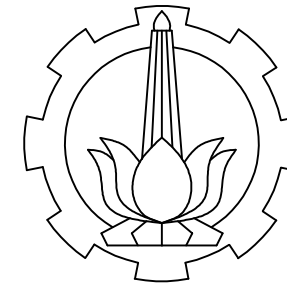
TENDON LAYOUT U-GIRDER DAN POTONGAN

CATATAN

MUTU BETON
fc' = 50 MPa (U-Girder)
fc' = 50 MPa (Pier Head)
fc' = 40 MPa (Pier)
fc' = 40 MPa (Pile Cap)
fc' = 30 MPa (Bore Pile)
DIMENSI SATUAN DALAM MM KECUALI DISEBUTKAN LAIN

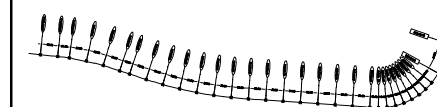
SKALA 1 : 100

KODE GBR	NO. GBR	JML. GBR
ARS	09	14



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KEY PLAN



PROYEK AKHIR TERAPAN

DESAIN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN LIGHT
RAIL TRANSIT (LRT) JAKARTA
PRESTRESS U-SHAPE GIRDER

NAMA MAHASISWA

HERWINDA JATU WIDYA H.
NRP : 3113041047

NAMA DOSEN PEMIMBING

Ir. IBNU PUDJI R., MS.
NIP : 19600105 198603 1 003

NAMA GAMBAR

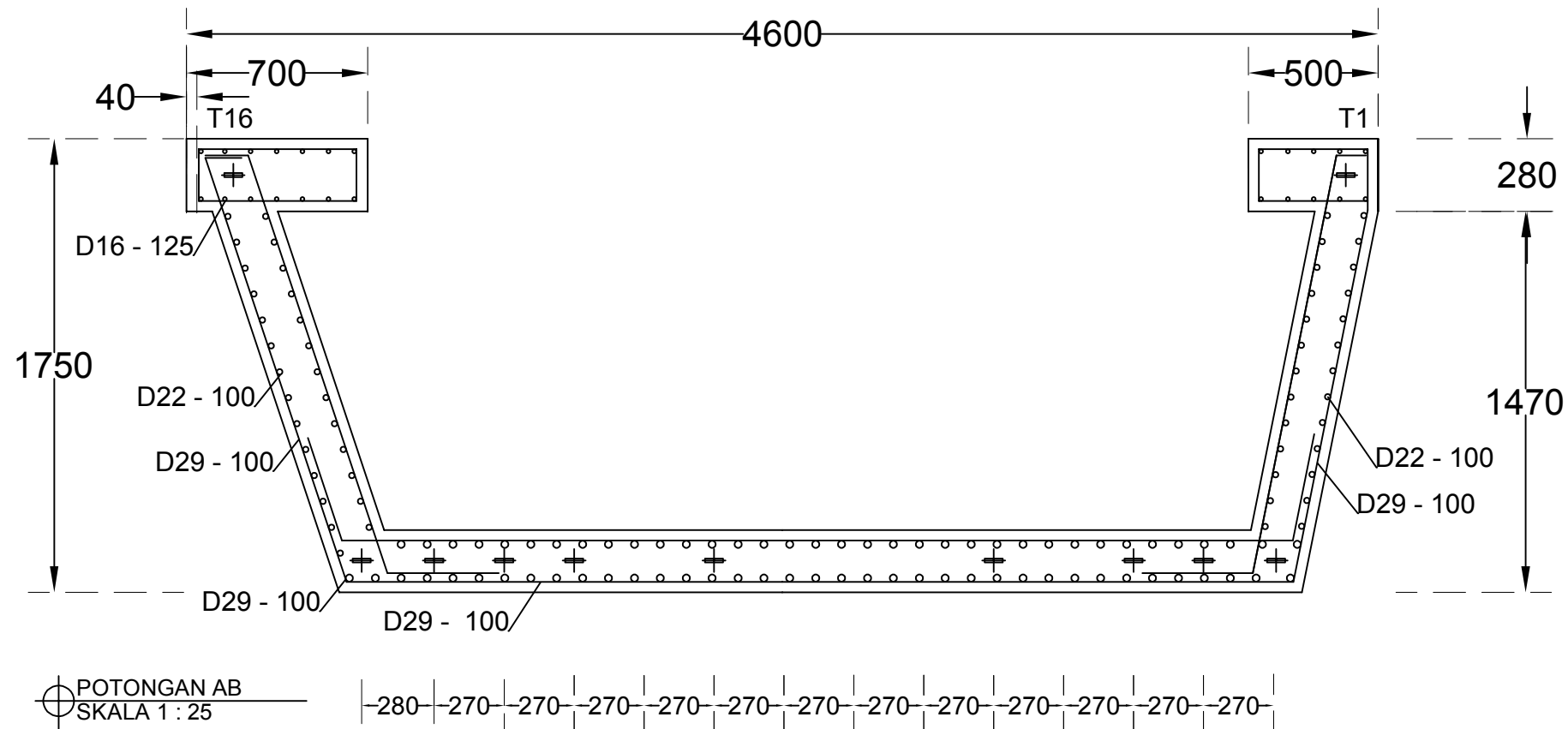
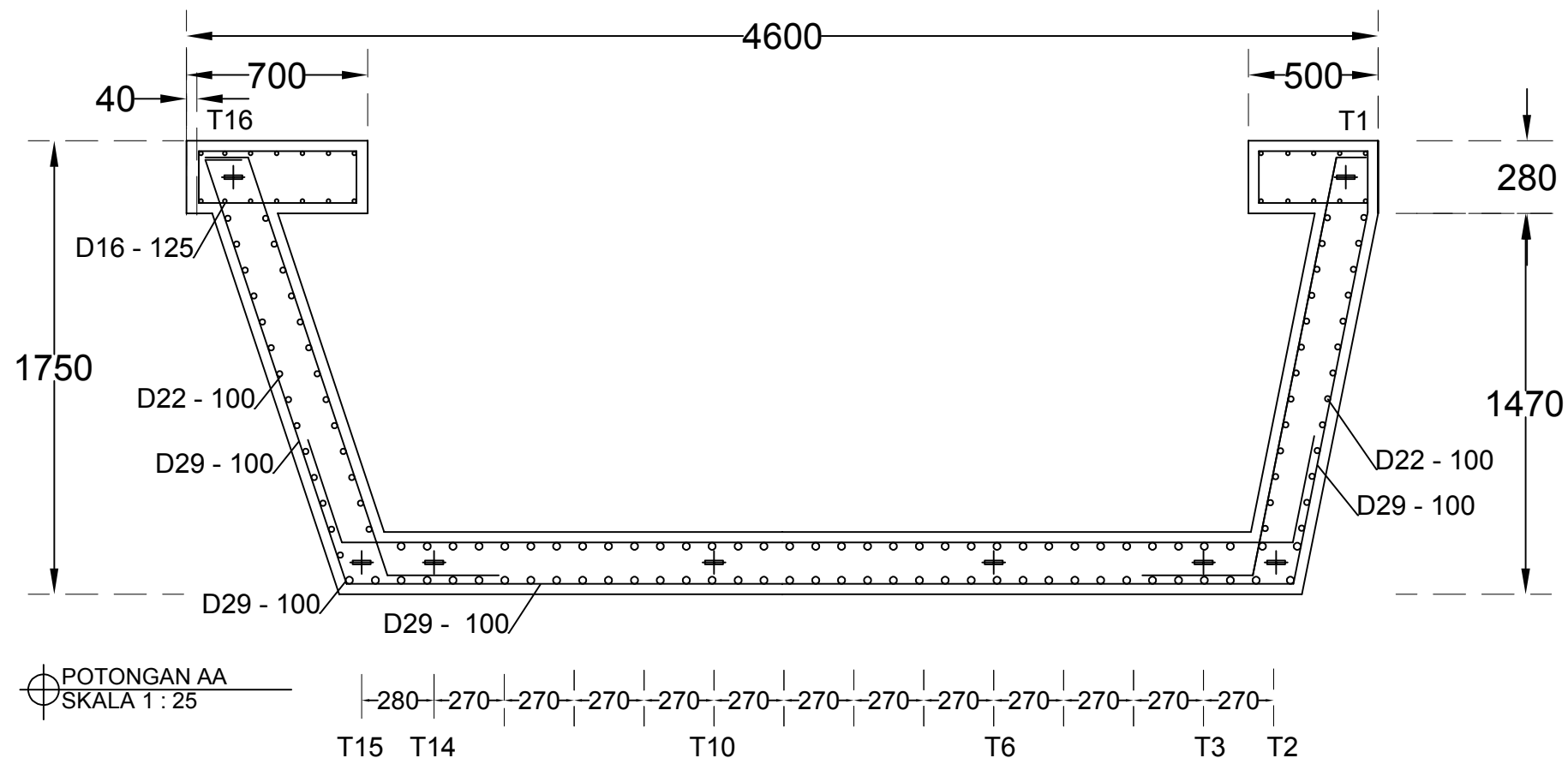
DETAIL PENULANGAN
U-GIRDER DAN POSISI
TENDON

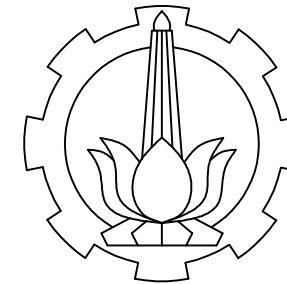
CATATAN

MUTU BETON
 $f'_c = 50$ MPa (U-Girder)
 $f'_c = 50$ MPa (Pier Head)
 $f'_c = 40$ MPa (Pier)
 $f'_c = 40$ MPa (Pile Cap)
 $f'_c = 30$ MPa (Bore Pile)
DIMENSI SATUAN DALAM MM KECUALI DISEBUTKAN LAIN

SKALA 1 : 25

KODE GBR	NO. GBR	JML. GBR
STR	10	14





PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KEY PLAN



PROYEK AKHIR TERAPAN

DESAIN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN LIGHT
RAIL TRANSIT (LRT) JAKARTA
PRESTRESS U-SHAPE GIRDER

NAMA MAHASISWA

HERWINDA JATU WIDYA H.
NRP : 3113041047

NAMA DOSEN PEMIMBING

Ir. IBNU PUDJI R., MS.
NIP : 19600105 198603 1 003

NAMA GAMBAR

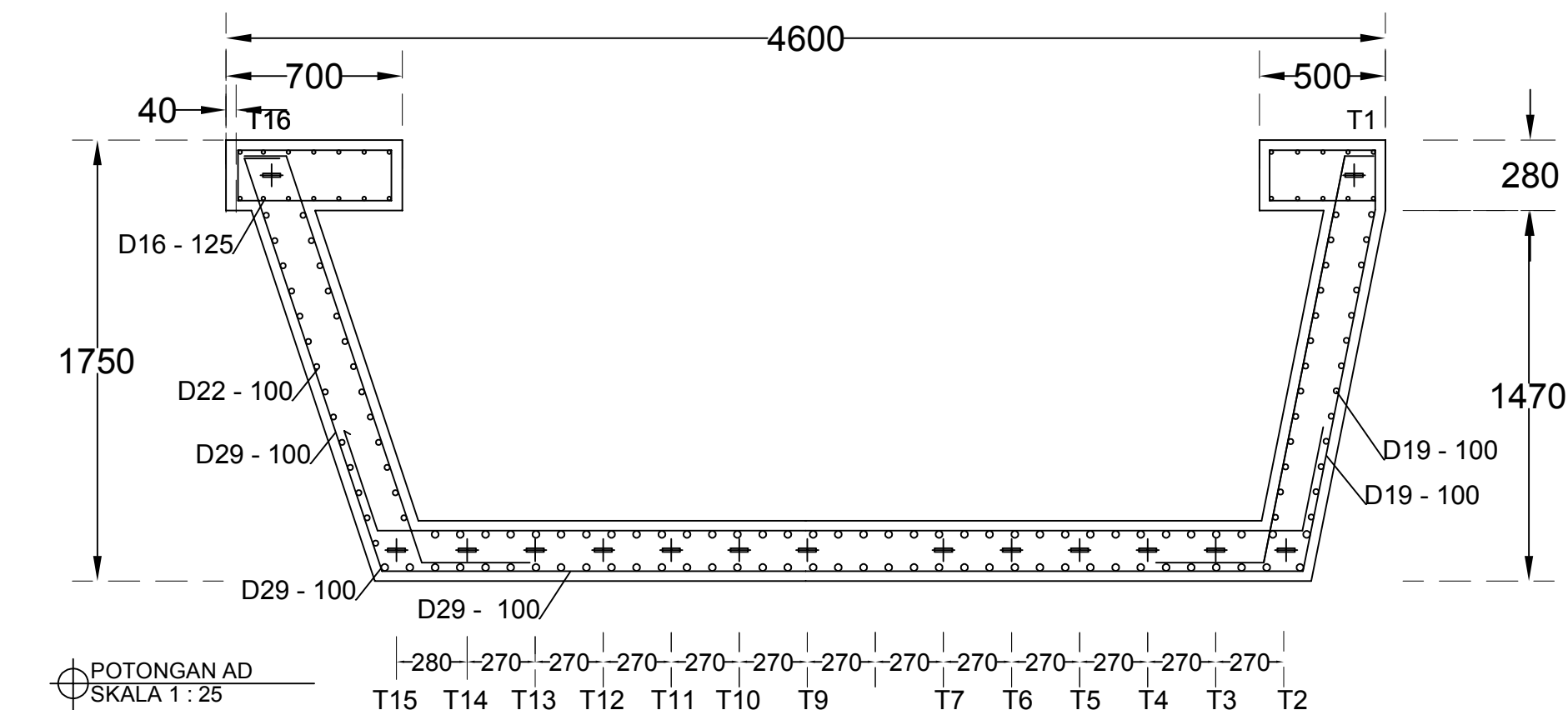
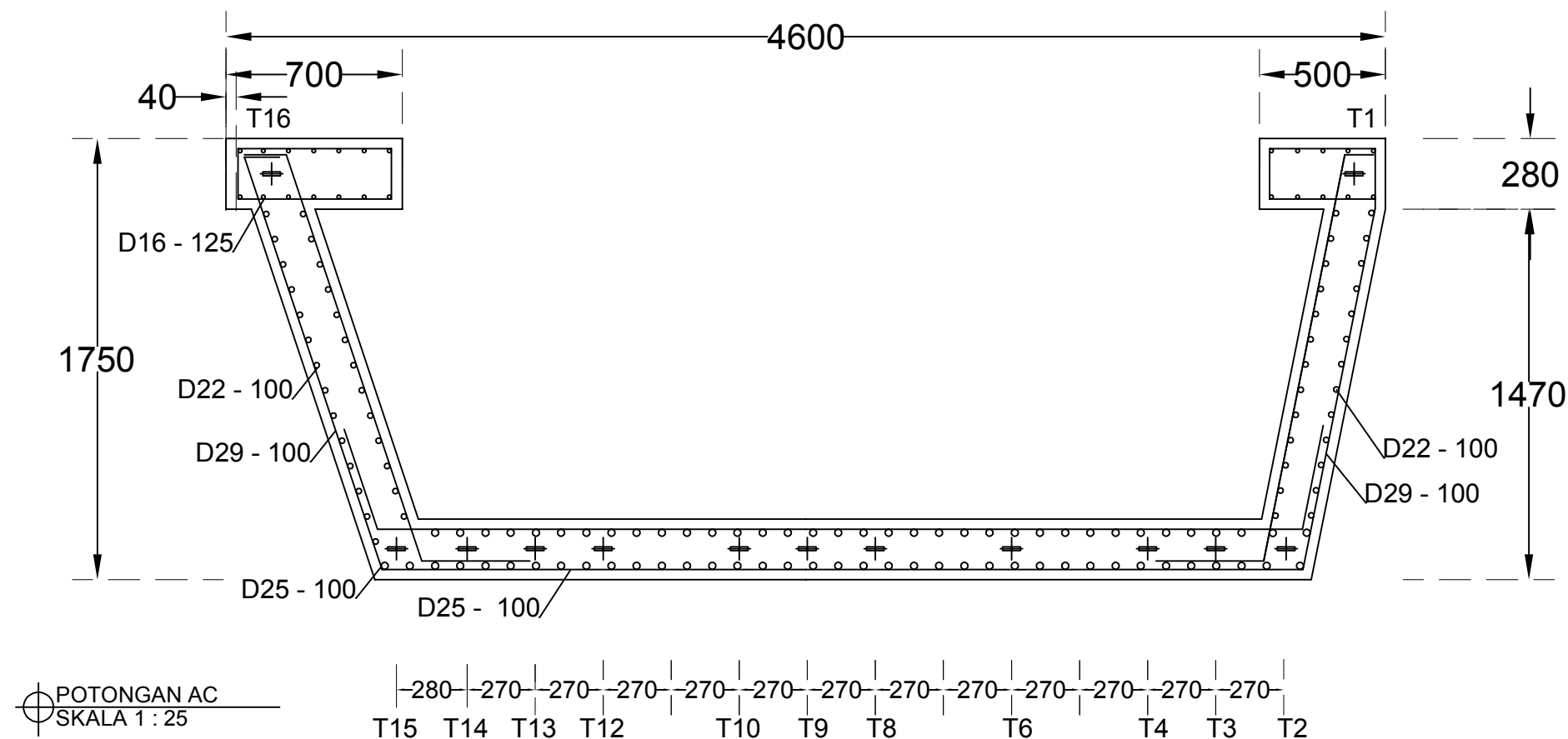
DETAIL PENULANGAN
U-GIRDER DAN POSISI
TENDON

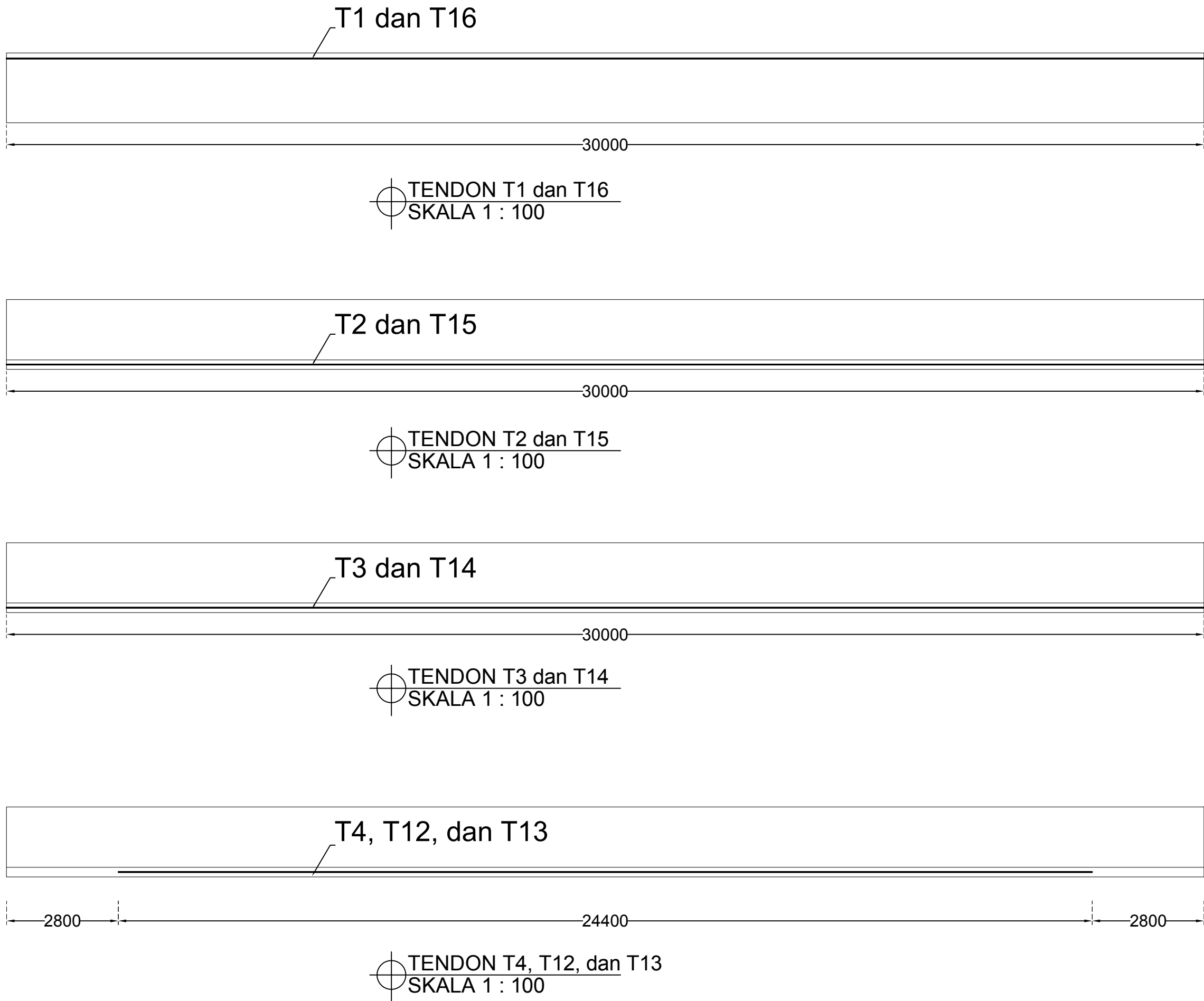
CATATAN

MUTU BETON
 $f_c' = 50$ MPa (U-Girder)
 $f_c' = 50$ MPa (Pier Head)
 $f_c' = 40$ MPa (Pier)
 $f_c' = 40$ MPa (Pile Cap)
 $f_c' = 30$ MPa (Bore Pile)
DIMENSI SATUAN DALAM MM KECUALI DISEBUTKAN LAIN

SKALA 1 : 25

KODE GBR	NO. GBR	JML. GBR
STR	11	14





PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KEY PLAN



PROYEK AKHIR TERAPAN

DESAIN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN LIGHT
RAIL TRANSIT (LRT) JAKARTA
PRESTRESS U-SHAPE GIRDER

NAMA MAHASISWA

HERWINDA JATU WIDYA H.
NRP : 3113041047

NAMA DOSEN PEMIMBING

Ir. IBNU PUDJI R., MS.
NIP : 19600105 198603 1 003

NAMA GAMBAR

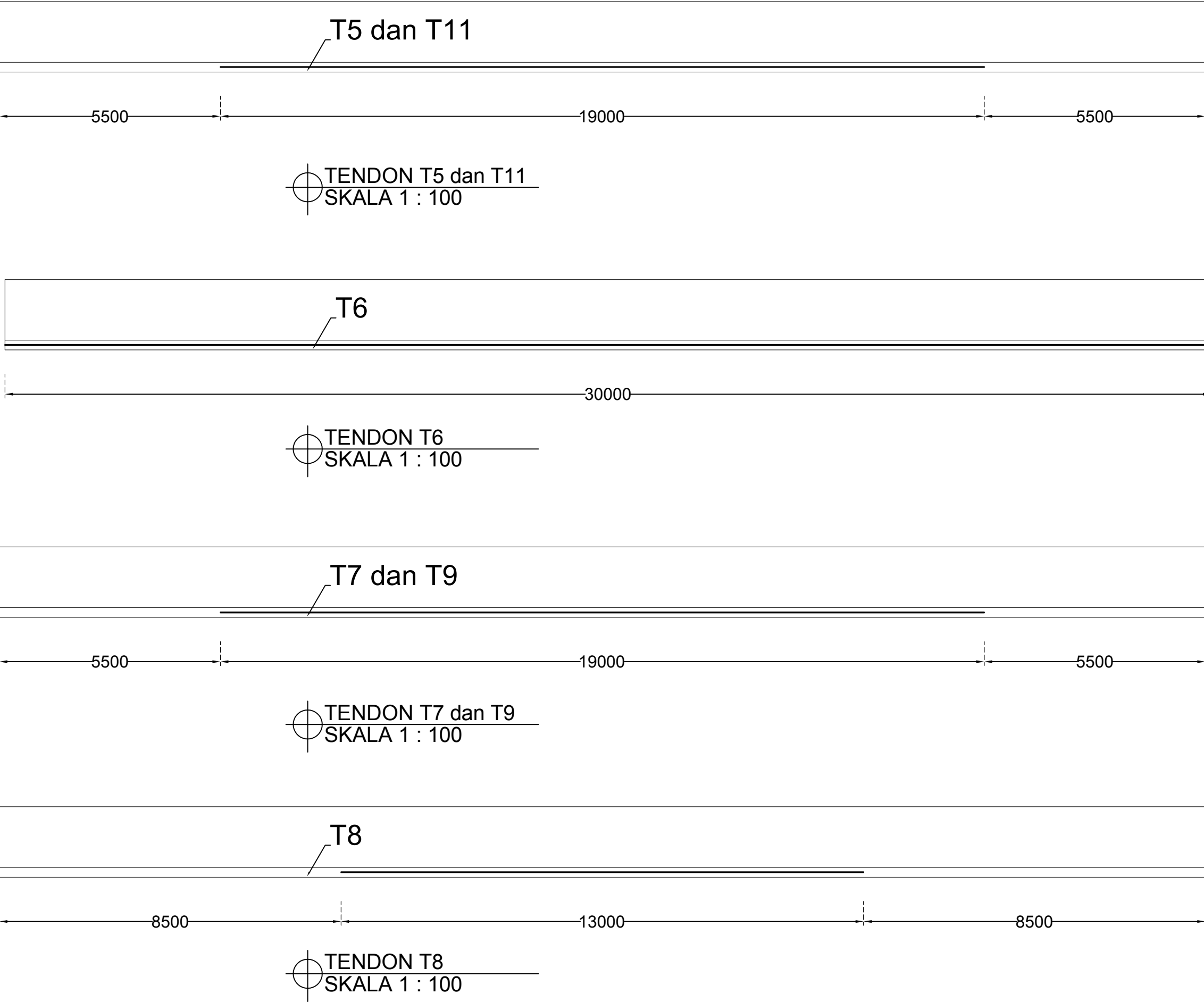
POTONGAN MEMANJANG
U-GIRDER

CATATAN

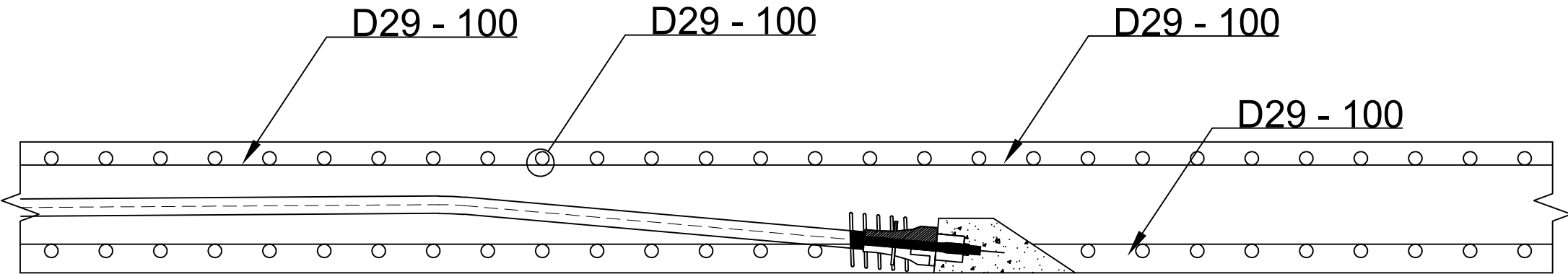
MUTU BETON
fc' = 50 MPa (U-Girder)
fc' = 50 MPa (Pier Head)
fc' = 40 MPa (Pier)
fc' = 40 MPa (Pile Cap)
fc' = 30 MPa (Bore Pile)
DIMENSI SATUAN DALAM MM KECUALI DISEBUTKAN LAIN

SKALA 1 : 100

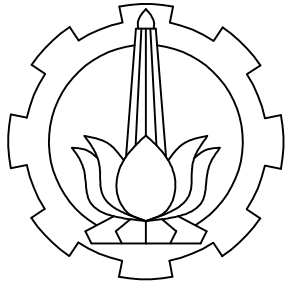
KODE GBR	NO. GBR	JML. GBR
STR	12	14



<div></div> <div>PROGRAM STUDI DIPLOMA IV DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</div>		
KEY PLAN		
PROYEK AKHIR TERAPAN		
DESAIN STRUKTUR DAN METODE PELAKSANAAN LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) JAKARTA PRESTRESS U-SHAPE GIRDER		
NAMA MAHASISWA		
HERWINDA JATU WIDYA H. NRP : 3113041047		
NAMA DOSEN PEMIMBING		
Ir. IBNU PUDJI R., MS. NIP : 19600105 198603 1 003		
NAMA GAMBAR		
POTONGAN MEMANJANG U-GIRDER		
CATATAN		
MUTU BETON fc' = 50 MPa (U-Girder) fc' = 50 MPa (Pier Head) fc' = 40 MPa (Pier) fc' = 40 MPa (Pile Cap) fc' = 30 MPa (Bore Pile) DIMENSI SATUAN DALAM MM KECUALI DISEBUTKAN LAIN		
SKALA 1 : 100		
KODE GBR	NO. GBR	JML. GBR
STR	13	14



 **BURSTING STEEL**
SKALA 1 : 10



PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KEY PLAN



PROYEK AKHIR TERAPAN

DESAIN STRUKTUR DAN
METODE PELAKSANAAN LIGHT
RAIL TRANSIT (LRT) JAKARTA
PRESTRESS U-SHAPE GIRDER

NAMA MAHASISWA

HERWINDA JATU WIDYA H.
NRP : 3113041047

NAMA DOSEN PEMIMBING

Ir. IBNU PUDJI R., MS.
NIP : 19600105 198603 1 003

NAMA GAMBAR

DETAIL BURSTING
STEEL

CATATAN

MUTU BETON
f_c' = 50 MPa (U-Girder)
f_c' = 50 MPa (Pier Head)
f_c' = 40 MPa (Pier)
f_c' = 40 MPa (Pile Cap)
f_c' = 30 MPa (Bore Pile)
DIMENSI SATUAN DALAM MM KECUALI DISEBUTKAN LAIN

SKALA 1 : 10

KODE GBR	NO. GBR	JML. GBR
STR	14	14

BIODATA PENULIS



Penulis lahir pada tanggal 10 bulan Agustus tahun 1994 dan merupakan anak tunggal. Penulis bernama Herwindha Jatu Widya Herawati merupakan lulusan dari SD Negeri 1 Karang, SMP Negeri 1 Trenggalek, dan SMA Negeri 1 Trenggalek. Penulis mengikuti ujian masuk Diploma ITS dan diterima di jurusan DIV Teknik Sipil pada tahun 2013 dan terdaftar dengan NRP 3113041047. Selama masa perkuliahan penulis pernah mengikuti LKMM Pra-TD. Penulis juga aktif dalam kegiatan-kegiatan yang ada dalam jurusan, fakultas, maupun institut. Penulis mendapatkan kesempatan mengikuti kerja praktik di Proyek Pembangunan Jembatan Grindulu Kabupaten Pacitan. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail*: *herwindhajatu@gmail.com*.